



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E
MATEMÁTICA**

GLEICE PRADO LIMA

**A CONSTRUÇÃO DE ARGUMENTOS EM AULAS DE BIOLOGIA:
CONTROVÉRSIAS EM TORNO DAS VACINAS**

SÃO CRISTÓVÃO-SE

2019

GLEICE PRADO LIMA

**A CONSTRUÇÃO DE ARGUMENTOS EM AULAS DE BIOLOGIA:
CONTROVÉRSIAS EM TORNO DAS VACINAS**

Dissertação apresentada à Banca Examinadora do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal de Sergipe, como requisito para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

Orientadora: Prof.^a Dr^a. Adjane da Costa Tourinho e Silva

São Cristóvão - SE

2019

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE

L732c Lima, Gleice Prado

A construção de argumentos em aulas de biologia: controvérsias em torno das vacinas / Gleice Prado Lima ; orientador Adjane da Costa Tourinho e Silva. - São Cristóvão, 2019. 160 f.; il.

Dissertação (mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Federal de Sergipe, 2019.

1. Ciência – estudo e ensino 2. Biologia (Ensino médio). 3. Vacinas. 4. Discussões e debates. I. Tourinho e Silva, Adjane da Costa orient. II. Título.

CDU 57:37

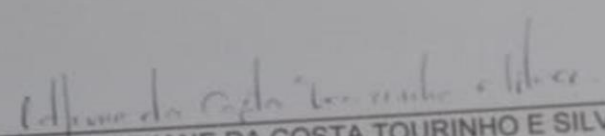


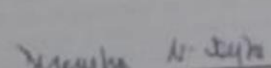
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA - PPGEICIMA

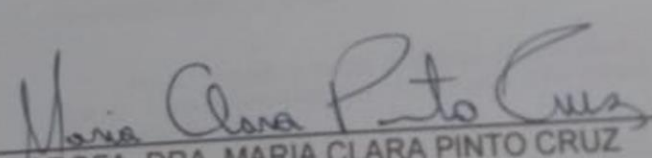


A CONSTRUÇÃO DE ARGUMENTOS EM AULAS DE BIOLOGIA:
CONTROVÉRSIAS EM TORNO DAS VACINAS

APROVADO PELA COMISSÃO EXAMINADORA EM
31 DE MAIO DE 2019


PROFA. DRA. ADJANE DA COSTA TOURINHO E SILVA


PROFA. DRA. DIVANIZIA DO NASCIMENTO SOUZA


PROFA. DRA. MARIA CLARA PINTO CRUZ

DEDICATÓRIA

À Deus por nunca ter me desamparado, mesmo nas horas mais difíceis de minha vida, fazendo com que não desistisse dos meus sonhos.

Aos meus pais, Aécio (in memorian) e Vanete, minha base! Incentivadores de todas as minhas lutas.

AGRADECIMENTOS

Deus, obrigada pela dádiva da vida e por permitir que meus sonhos se tornem realidade nesta existência. Obrigada pelo seu infinito amor.

Ao meus pais, Aécio (*in memoriam*) e Vanete, que sempre fizeram o possível para que eu entendesse que um ser humano sem conhecimento não é merecedor deste mundo. Pai, como foi dolorosa a busca deste título, pena que não está aqui comigo para vibrar mais essa etapa, mas sei que está vibrando de onde estiver por mim. Mãe, com você aprendo todos os dias o que significa o amor. Obrigada por todas as lições, companheirismo, amizade, caridade, dedicação, abnegação e compreensão a cada novo dia.

Às minhas irmãs, Gláucia, Grasielle e Scarlet, que sempre me incentivaram a voar alto.

Aos meus cunhados, Jeandrisson e João Paulo, por todas as ajudas possíveis e impossíveis em todos os momentos.

Ao meu esposo Regivan (vulgo Bin Laden), que nunca deixou de me apoiar e vem se mostrando um exemplar incentivador da minha formação. Obrigada pela compreensão e paciência para a concretização deste sonho.

À Prof^a. Adjane, pela orientação, competência e dedicação. Por quantas vezes nos reunimos e, mesmo triste ou desestimulada, após conversas e desabafos, suas palavras de carinho, mostravam que sonhos com obstáculos também se concretizavam! Obrigada por acreditar em mim, pelos elogios, “puxões de orelha” e incentivo. Tenho certeza que não chegaria neste ponto sem o seu apoio, pois quando mais precisei você esteve comigo. Além de orientadora e mestra tornou-se uma amiga.

Aos membros da banca examinadora, Prof.^a Divanizia do Nascimento Souza e a Prof.^a Maria Clara Pinto Cruz, que tão gentilmente aceitaram participar e colaborar com esta dissertação.

Ao amigo Ayslan Sobral, pelos trabalhos e disciplinas realizados em conjunto e, principalmente, pela preocupação e apoio constantes. Obrigada por tudo!

Zuleide e Mesaque, obrigada pelo tempo abdicado para a coleta dos dados dessa pesquisa, sempre juntos comigo, sem me negar nada! Vocês fazem parte do meu aprimoramento profissional. Amo vocês demais!

Por fim, a todos aqueles que contribuíram, direta ou indiretamente, para a realização desta dissertação, o meu sincero agradecimento.

Omolu tinha mandado a bexiga negra para a cidade alta, para a cidade dos ricos. Omolu não sabia da vacina. Omolu era uma deusa das florestas da África, que podia saber das vacinas e coisas científicas? E a varíola desceu para a cidade dos pobres e botou gente doente, botou negro cheio de chaga em cima de cama. Então vinham os homens da Saúde Pública, metiam os doentes num saco, levavam para o lazareto distante. As mulheres ficavam chorando, porque sabiam que eles nunca mais voltariam. (JORGE AMADO, Capitães de Areia, 1986)

RESUMO

As aulas de Biologia têm pouco priorizado o desenvolvimento de práticas argumentativas relacionadas às demais práticas inseridas nas instâncias sociais de produção, comunicação e avaliação do conhecimento científico. O que se percebe são aulas em que o educador é exposto a uma série de desafios para tornar os avanços tecnológicos e científicos acessíveis para os alunos, sendo necessário o planejamento e desenvolvimento de atividades que contribuam efetivamente para transformar as aulas de Biologia em ambientes investigativos. Neste sentido, o uso de Sequências de Ensino Investigativas (SEI's) contribuem para que os alunos entendam o fazer científico, por meio da criação de ambientes propícios para a construção de conhecimento e argumentos na perspectiva da ciência escolar. Considerando tal fato, buscamos, nesta pesquisa, analisar o processo de elaboração de argumentos por alunos em uma sequência didática desenvolvida em torno do tema vacina, bem como caracterizar os argumentos produzidos, tendo em vista os recorrentes movimentos pró e antivacinas. Com tal objetivo, foi elaborada e aplicada uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI) para 18 alunos do 1º Ano do Ensino Médio do Colégio de Aplicação da Universidade Federal de Sergipe. A SEI foi elaborada de acordo com o modelo proposto por Pedaste *et al.* (2015) e possui como questão central: O uso de vacinas deve ser opcional? Os dados foram obtidos por meio de gravações em vídeos e aplicação de questionários. A análise dos dados, envolveu: a) segmentação das aulas em episódios, b) transcrições das falas dos alunos e docente, considerando os episódios mais representativos da evolução das ideias dos alunos; b) mapeamentos das respostas escritas dos alunos; c) identificação das práticas discursivas entre docente e alunos que favoreceram a argumentação; d) diferenciação das perguntas argumentativas e explicativas; e) categorização das perguntas explicativas e f) caracterização dos argumentos produzidos pelos alunos. Considerando as análises dos argumentos produzidos pelos alunos ao longo das atividades, verificamos como estes foram sendo aprimorados, apresentando aportes que fundamentavam cientificamente as deduções ou hipóteses sobre o tema vacina. Para análise dos argumentos orais e escritos dos alunos, utilizamos o Padrão do argumento de Toulmin (TAP). Verificamos que os alunos, em grande maioria, elaboraram argumentos compostos por conclusões (C) coerentes, ancoradas em dados (D) empíricos ou teóricos; alguns refutadores (R) para limitar suas conclusões e qualificadores (Q), que informavam sobre o nível de relação entre os dados e as conclusões. Os resultados apontam que é de suma importância o desenvolvimento de atividades que promovam a argumentação nas aulas de Biologia.

Palavras-chave: Argumentação, Ensino de Biologia, Sequência de Ensino Investigativa, Vacinas.

ABSTRACT

Biology classes have given little priority to the development of argumentative practices related to other practices inserted in the social instances of production, communication and evaluation of scientific knowledge. What is perceived are classes in which the educator is exposed to a series of challenges to make technological and scientific advances accessible to students, requiring the planning and development of activities that effectively contribute to transform the Biology classes into investigative environments. In this sense, the use of Investigative Teaching Sequences (SEI's) contribute to students' understanding of scientific doing, through the creation of enabling environments for the construction of knowledge and arguments from the perspective of school science. Considering this fact, we seek, in this research, to analyze the process of elaboration of arguments by students in a didactic sequence developed around the vaccine, as well as to characterize the arguments produced, in view of the recurrent pro and antivaccine movements. With this objective, an Investigative Teaching Sequence (SEI) was elaborated and applied to 18 students of the 1st Year of High School of the Application College of the Federal University of Sergipe. The SEI was developed according to the model proposed by Pedaste et al. (2015) and has as a central question: Should the use of vaccines be optional? The data were obtained through video recordings and application of questionnaires. Data analysis involved: a) segmentation of classes into episodes, b) transcripts of the students' and teachers' speeches considering the most representative episodes of the evolution of students' ideas; b) mapping of students' written answers; c) identification of discursive practices between teachers and students that favored argumentation; d) differentiation of argumentative and explanatory questions; e) categorization of explanatory questions and f) characterization of the arguments produced by students. Considering the analysis of the arguments produced by the students throughout the activities, we verified how these were becoming sophisticated, presenting contributions that scientifically substantiated the deductions or hypotheses on the vaccine theme. To analyze the students' oral and written arguments, we used the Toulmin's Standard argument (TAP). We found that most students developed arguments composed of coherent conclusions (C), anchored in empirical or theoretical data (D); some rebutters (R) to limit their conclusions and qualifiers (Q), which informed about the level of relationship between the data and the conclusions. The results show that it is of paramount importance to develop activities that promote argumentation in Biology classes.

Keywords: Argumentation, Teaching Biology, Sequence of Investigative Teaching, Vaccines.

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

SEI – Sequência de Ensino Investigativa
TAP – Padrão do Argumento de Toulmin
AC – Alfabetização Científica
UFS – Universidade Federal de Sergipe
CODAP – Colégio de Aplicação
GA – Ginásio de Aplicação
HPV – Papiloma Vírus Humano
IC Jr. – Iniciação Científica Júnior

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Layout da estrutura do argumento proposto por Toulmin considerando os elementos dado, garantia e conclusão.

Figura 2. Exemplo da aplicabilidade da estrutura do argumento proposto por Toulmin

Figura 3. Modelo do argumento, extraído de Toulmin

Figura 4. Exemplo da aplicabilidade da estrutura do argumento

Figura 5. Fases e subfases do ensino por investigação segundo Pedaste *et al.* (2015)

Figura 6. Questões aplicadas para os estudantes investigados

Figura 7. Croqui da sala de aula.

LISTA DE QUADROS

Quadro 01. Arquivo de informações.

Quadro 02. Caracterização das revistas analisadas, seus respectivos autores e títulos.

Quadro 03. Encontros e aulas da SEI

Quadro 04. Definições do ciclo de Pedaste *et al.* (2015)

Quadro 05. Descrição das atividades do Encontro I e seus respectivos objetivos didáticos.

Quadro 06. Estrutura dos argumentos apresentados na questão 4 pelos alunos, organizados em grupos.

Quadro 07. Estrutura dos argumentos apresentados na questão 5 pelos alunos, organizados em grupos.

Quadro 08. Trecho da aula quando se discutia as respostas dadas para a questão 5, para observar as concepções prévias dos alunos sobre vacina e quais elementos do argumento apareceram.

Quadro 09. Atividades e objetivos didáticos do Encontro II.

Quadro 10. Explicações apresentadas pelos alunos para a resistência dos ordenhadores a varíola.

Quadro 11. Elementos dos argumentos identificados quando perguntado aos alunos o que aconteceu com James Phipps ao ser inoculado com o pus varioloso.

Quadro 12. Elementos do argumento para a questão 6.

Quadro 13. Atividades e objetivos do Encontro 3.

Quadro 14. Estrutura dos argumentos apresentados pelos alunos para a questão 3, do Encontro 3.

Quadro 15. Excertos das falas da docente e estudantes após visualização do vídeo 1.

Quadro 16. Excertos dos alunos relacionados ao uso da homeopatia como método de imunização.

Quadro 17. Excertos sobre a discussão sobre os efeitos colaterais das vacinas.

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Anexo 2. Sequência de Ensino Investigativa

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO- TRAJETÓRIA DA PESQUISA.....	15
--	-----------

CAPÍTULO I. PRESUPOSTOS TEÓRICOS SOBRE ARGUMENTAÇÃO: CONCEITOS E USO DE FERRAMENTAS ANALÍTICAS	22
---	-----------

1.1. Argumentação: panorama histórico.....	22
1.2. O padrão do argumento de Toulmin.....	27
1.2.1. Histórico	27
1.2.2. Estrutura do TAP	29
1.2.3. Uso do padrão do argumento de Toulmin em pesquisas na educação em ciências	31
1.2.4. Estruturas analíticas elaboradas a partir do TAP	33
1.3 O ensino de Ciências e a argumentação como uma prática epistêmica...	35

CAPÍTULO 2. ARGUMENTAÇÃO NO CONTEXTO DO ENSINO DE BIOLOGIA	40
---	-----------

2.1. Biologia: uma ciência autônoma	40
2.2. O ensino de Biologia	42
2.3. Revistas e a produção científica sobre argumentação e ensino de Biologia.	44
2.4. Trabalhos e categorias.....	47
3. Algumas considerações após análises das revistas.....	53

CAPÍTULO 3. AULAS DE BIOLOGIA E SEQUÊNCIAS DE ENSINO INVESTIGATIVAS: CONSTRUÇÃO DA ARGUMENTAÇÃO E DA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA.....	55
---	-----------

CAPÍTULO 4. CAMINHOS PARA O DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA..	62
--	-----------

4.1. Natureza do estudo.....	62
4.2. Campo e sujeitos da pesquisa	63
4.3. Elaboração da Sequência de Ensino Investigativa.....	64
4.4. Coleta de dados.....	71
4.5. Análise dos dados.....	72

CAPÍTULO 5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	74
ENCONTRO 1. Investigando o conhecimento.....	74
ENCONTRO 2. Entendendo a história da vacina.....	92
ENCONTRO 3. Pasteur e vacinas.....	107
ENCONTRO 4. O uso de vacinas deve ser opcional?.....	119
 CONSIDERAÇÕES FINAIS	 133
 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	 135
 ANEXOS	 143
Anexo 1. Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.....	144
Anexo 2. Sequência de Ensino Investigativa.....	146

INTRODUÇÃO- TRAJETÓRIA DA PESQUISA

A sala de aula é um ambiente que possibilita ao docente ensinar, aprender e refletir sobre sua prática pedagógica. Neste sentido, percebi através das vivências dos estágios enquanto cursava ciências biológicas, que o professor deve percorrer caminhos que fogem da sua zona de conforto, para seu desenvolvimento e aperfeiçoamento enquanto profissional.

Durante a realização dos Estágios Supervisionados na Graduação, presenciei várias situações de como os docentes administravam suas aulas. Muitas, foram pautadas somente por uma via de mão única, pois o professor não permitia a possibilidade de diálogo com seus alunos. Outras tinham caráter diferenciado, nas quais os alunos dialogavam com o professor, tornando a aula mais prazerosa e construtiva.

Em 2015, conclui a licenciatura em Ciências Biológicas, na Universidade Federal de Sergipe (UFS), instituição que me proporcionou saberes teóricos, conceituais e formativos. Através da prática como docente foram surgindo novos aprendizados e também questionamentos sobre minha desenvoltura na efetiva aprendizagem dos alunos. Em 2016, recém formada, fui contratada por uma rede particular de ensino e no início, as aulas ministradas foram pautadas somente na transmissão de conhecimento, sem instigar os alunos a participar e assim exercer o pensamento crítico. Isso me levou a refletir, por meio dos resultados de avaliações com os discentes, que era necessário rever o processo de aprendizagem.

Em 2017, fui contemplada com uma vaga no Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática na UFS. Por ser bolsista e morar em outra localidade, abdiquei do emprego. Ao começar as aulas do mestrado, refleti bastante sobre minha formação e desenvolvimento profissional e percebi que infelizmente meu curso de licenciatura não tinha oferecido base suficiente, com relação a conhecimentos da história da ciência, já que dificuldades surgiram ao longo das disciplinas do curso. Ficava indagando como os cursos de formação inicial docente não abordavam temas de suma importância para a formação docente.

Nesse intervalo, após reflexão sobre minha prática de ensino enquanto docente, decidi, por sugestão da minha orientadora, utilizar na pesquisa uma temática que nunca tinha ouvido sequer falar: a argumentação no ensino de ciências. No começo, imaginava que argumentar, nada mais era que o professor “deixar o aluno dialogar”, mas com as reuniões e textos disponibilizados, percebi que meu pensamento era errôneo. Passei a me questionar como esse “diálogo” deveria ocorrer e, qual a finalidade desses diálogos.

Diante disso, surgiu o interesse pelo estudo da argumentação no ensino de ciências. Assim comecei a pesquisar sobre a relação entre linguagem, argumentação no ensino de ciências/biologia, alfabetização científica e interações discursivas. Esses eixos fazem com que os alunos não fiquem presos somente à concepções prévias ou informações acriticamente disponibilizadas pelas aulas expositivas tradicionais, pois promovem a elaboração de argumentos e a construção do conhecimento científico.

Tal construção de conhecimento se constitui em uma atividade epistêmica na qual são relevantes os critérios acerca de decisões sobre que conhecimento e formas de produzi-lo, sendo tais critérios fundamentais nas instâncias de produção, comunicação e avaliação do conhecimento. (KELLY, 2005). Assim, a argumentação pode auxiliar no desenvolvimento de diferentes formas de pensar e facilitar o aprendizado da Ciência, levando em consideração o papel da linguagem e interação no processo de construção do conhecimento (PONTECORVO, 2005).

Enfatizamos que a análise dos argumentos produzidos pelos alunos assume em nossa pesquisa lugar de suma importância, considerando-se o ensino de Biologia. Tal análise auxilia na compreensão de como ocorre o processo de construção de argumentos, a partir de atividades investigativas, assim como as relações de discursos desenvolvidos entre professor/ aluno ou entre alunos. Para Erduran (2007, p. 13), a argumentação é “parte do discurso através do qual, alegações de conhecimento são individualmente ou de maneira colaborativa construída e avaliada à luz de evidências empíricas ou teóricas”.

A argumentação pode ser percebida como uma prática epistêmica (KELLY, 2005), visto que se relaciona ao processo de construção e legitimação do conhecimento diante de uma comunidade de prática. O conceito de prática

epistêmica, elaborado tendo-se em vista estudos da História, Filosofia e Sociologia da Ciência, é trazido para o ensino de ciências, de modo a inspirar o planejamento das práticas que nesse contexto se desenvolvem, bem como a análise de tais práticas. Inserida de forma mais expressiva na instância de avaliação do conhecimento, em que as evidências ou dados são comparados às conclusões elaboradas, a argumentação pode ser percebida como uma prática epistêmica sofisticada, alimentada de outras práticas, tais como: a elaboração de hipóteses, o planejamento da coleta de dados, a organização e tratamento dos dados, dentre outras inseridas nas instâncias de produção e comunicação do conhecimento.

Nesse sentido, desenvolvemos este trabalho, com o intuito de averiguar como os alunos avaliam e justificam o conhecimento científico, prezando assim a construção dos argumentos produzidos por eles em aulas de Biologia. Após realização da revisão da literatura, observamos que, apesar do aumento no número de pesquisas e trabalhos na área de ensino de Ciências direcionados à linguagem, interação em salas de aula, aplicação de sequências de ensino investigativas e construção de argumentos, poucos trabalhos foram publicados relacionados ao ensino de Biologia nos últimos 10 anos em periódicos nacionais, em comparação aos que se referem ao ensino de Física e Química. É necessário repensar sobre o ensino destas disciplinas com o intuito de que os alunos aprendam que por meio da Ciência a realidade é explicada através de dados, modelos e teorias e, que a mesma não é “pronta, acabada e neutra”, já que a Ciência pode sofrer refutações a todo e qualquer instante.

A ação do professor deve também ser repensada. Muitos professores não prezam as interações discursivas durante as aulas, nem mesmo organizam atividades investigativas que fomentem a construção de conceitos. A ênfase nos conteúdos, baseada apenas no nível teórico e representacional das práticas de Biologia, contribui apenas para que o aluno se debruce em informações que não fazem muito sentido para ele e que são desconexas do seu contexto social.

A formação inicial precária e a falta de formação continuada intensificam, no contexto da sala de aula, práticas que desfavorecem a formação de conceitos

científicos. É necessário que o processo de ensino aprendizagem privilegie as dinâmicas discursivas, elaboradas a partir de atividades investigativas.

Tais atividades devem ser utilizadas como orientação, de forma a dar suporte para os estudantes pesquisarem problemas oriundos do seu cotidiano. Nesse contexto, a educação científica valoriza o entendimento dos conteúdos, dos valores culturais, da tomada de decisões relativas ao cotidiano e à resolução de problemas (Monteiro *et al.*, 2017).

Para contribuirmos com esse debate, analisaremos como alunos do 1º ano do Ensino Médio do Colégio de Aplicação da Universidade Federal de Sergipe, no município de São Cristóvão, Sergipe, constroem seus argumentos nas aulas de Biologia. Acreditando que atividades investigativas favorecem o processo argumentativo e contribuem para a alfabetização científica, planejamos uma sequência de ensino investigativa tendo como tema a recorrente polêmica sobre a vacinação de pessoas.

O tema escolhido foi “vacinas” devido às polêmicas atuais sobre os benefícios e malefícios da administração desse tipo de preparação biológica, assim como seus efeitos colaterais. Ressaltamos, todavia, que, de diferentes formas, essa polêmica tem se instaurado em distintos momentos históricos, haja vista a resistência da população em relação à vacinação contra a varíola, no século XVIII na Inglaterra e no Brasil (HOCHMAN, 2011). Atualmente, na Europa, há expressivos movimentos antivacinas (VASCONCELOS; CASTIEL; GRIEP, 2015). No Brasil, acontece algo semelhante, sobretudo, quando se relaciona às vacinas: tríplice viral e HPV. Mudam-se os contextos e, conseqüentemente, os argumentos acerca da escolha por tomar ou não vacinas, mas a polêmica, de alguma forma, persiste.

Na elaboração da sequência de ensino investigativa consideramos o modelo adotado por Pedaste *et al.* (2015), com o intuito de desenvolver aulas que perpassem por todos os ciclos de uma investigação defendidos pelos autores: orientação, conceitualização, investigação e conclusão, a fim de orientar os alunos para o aprimoramento da aprendizagem e quanto as principais características do pensamento científico.

Nessa perspectiva, o objetivo geral de nossa pesquisa é analisar a elaboração, estrutura e qualidade dos argumentos produzidos por alunos em uma atividade investigativa sobre o tema vacinas, considerando as controvérsias envolvidas.

Atendendo ao nosso objetivo, promovemos encontros nas aulas de Biologia, com o intuito de aplicarmos e analisarmos a qualidade dos argumentos elaborado pelos alunos, a partir da aplicação da SEI (Sequência de Ensino Investigativa).

Dessa forma, delineiam-se os seguintes objetivos específicos desta pesquisa:

- Analisar os argumentos produzidos pelos alunos ao final da sequência, afim de se verificar a construção do conhecimento científico;
- Caracterizar os argumentos que os alunos apresentam em virtude da atuação da professora e das questões propostas nas discussões;
- Discutir as possíveis contribuições da atividade investigativa para o processo de aprendizagem e construção de argumentos;
- Mostrar como as práticas epistêmicas desenvolvidas pelos alunos ao longo das atividades investigativas são importantes para a construção do conhecimento.

Para os argumentos produzidos pelos alunos no decorrer das atividades, utilizamos para análise o Padrão do Argumento de Toulmin. Essa ferramenta analítica traz subsídios que favorecem o reconhecimento da circulação de elementos lógicos específicos em argumentos de diferentes interlocutores. (VIEIRA, NASCIMENTO, 2008).

Em decorrência do problema e objetivos adotados nesse estudo, trata-se de uma pesquisa de abordagem quali-quantitativa, pois as dimensões qualitativa e quantitativa apresentam-se simultaneamente, de forma sistêmica e complementar, para proporcionar uma interpretação mais ampla da realidade pesquisada. O caráter qualitativo será evidenciado na análise dos episódios, das sequências discursivas e das transcrições dos episódios representativos das falas da professora e dos alunos. O caráter quantitativo será evidenciado na parcela de alunos que produziram os argumentos ao longo das atividades.

A investigação desta pesquisa se enquadra como estudo de caso, já que busca averiguar fenômenos de interesse (construção do conhecimento) e os processos educativos. O fenômeno de interesse - a construção de conhecimento - tem uma natureza que impossibilita a desconsideração das muitas variáveis relacionadas ao seu processo de ocorrência: as competências e habilidades dos participantes, suas experiências prévias, as tarefas propostas, os aspectos sociais e organizacionais específicos de qualquer situação instrucional investigada: uma aula, um trabalho em grupo, um diálogo (FREIRE, 2014). Assim, ao estudar um processo que não pode ser separado de seu contexto real, mas ao contrário, que só faz sentido à luz da compreensão e descrição detalhada desse contexto, os estudos de caso constituem uma metodologia necessária (YIN, 2003).

O texto apresentado está subdividido em cinco tópicos. O primeiro refere-se ao tópico presente, a introdução, em que delimitamos a pesquisa, justificamos a escolha do tema, informamos os objetivos geral e específicos, o problema da pesquisa, a escola e os alunos que participaram desta pesquisa. Ressaltamos de forma sucinta sobre a importância da argumentação no ensino de Biologia, sobre a questão da formação inicial e continuada dos professores e como as interações discursivas são necessárias nas aulas.

O Capítulo I, apresenta um breve histórico da argumentação e seus pressupostos teóricos. Ainda neste capítulo é apresentado o Padrão do Argumento de Toulmin (TAP), ferramenta analítica utilizada para analisar os argumentos produzidos pelos alunos.

O Capítulo II aborda a pesquisa bibliográfica, que envolveu a busca em revistas selecionadas, por trabalhos que remetessem à argumentação no ensino de biologia, com o intuito de verificar o panorama das pesquisas realizadas envolvendo esses dois eixos.

No Capítulo III, é ressaltada a importância de sequências de ensino investigativas para a produção de argumentos.

No Capítulo IV, apresentamos a metodologia empregada na pesquisa.

No Capítulo V, apresentamos os resultados e discussões desta pesquisa, discutindo os dados coletados através da SEI e as estruturas dos argumentos elaborados pelos alunos, a partir do modelo proposto por Toulmin (2006).

Por fim, no Capítulo VI, apresentamos as considerações finais a respeito do estudo realizado no âmbito da argumentação nas aulas de Biologia sobre o uso de vacinas, no contexto do desenvolvimento de uma Sequência de Ensino Investigativa.

CAPÍTULO I. PRESUPOSTOS TEÓRICOS SOBRE ARGUMENTAÇÃO: CONCEITOS E USO DE FERRAMENTAS ANALÍTICAS

Com o intuito de situar este trabalho no contexto das pesquisas na área de educação e ensino de ciências, este capítulo discute, na primeira seção, sobre o panorama histórico acerca do interesse pela linguagem e argumentação, ressaltando o movimento histórico ancorado a estas perspectivas. É discutido também, na segunda e terceira seção, sobre o Padrão do Argumento de Toulmin (TAP) e as adaptações feitas em sua estrutura analítica, destacando assim nossas escolhas para a presente pesquisa. Na quarta seção discutimos sobre a importância das práticas epistêmicas em aulas de Biologia para a construção de significados.

1.1. Argumentação: panorama histórico

A linguagem sempre esteve presente na história da humanidade, sendo parte inerente das interações dos indivíduos. As comunicações interativas garantiram a organização do pensamento, a expressão e o sentido do discurso oral e escrito. Desde a Antiguidade Clássica, a linguagem garantiu uma revolução científica, já que formulações foram propostas, umas aceitas e outras refutadas ou reformuladas, favorecendo a complexidade na linguagem.

No século V a. C., na Grécia Antiga, alguns filósofos perceberam que os problemas não poderiam ser resolvidos somente pela força bruta, mas, principalmente, pelo uso das palavras para persuadir outros indivíduos. Nesse sentido, propuseram a substituição da tradicional educação grega, destinada a formar guerreiros e atletas, por um novo processo de ensino, preocupado em formar um cidadão ateniense, mais crítico, com a capacidade de, habilmente, exercer seu papel na democracia grega através do poder das palavras (OLIVEIRA, 2012).

É neste cenário da Grécia Antiga que surge a argumentação, com o intuito de estabelecer e resolver questões que prevaleciam na época, já que o estado grego foi o primeiro na história da humanidade a vivenciar a experiência da

democracia, e isso gerou desconforto para certas camadas sociais, sendo necessário o domínio da argumentação para fomentar o convencimento, gerando assim a formação de consensos.

Nesse sentido, se iniciam as reflexões e sistematizações sobre questões relacionadas à linguagem verbal, entre as quais, a obra do filósofo Aristóteles denominada *Arte Retórica*. Tal obra traz uma síntese das versões associadas aos estudos retóricos e apresenta regras gerais a serem aplicadas nos discursos persuasivos (MENDES, 2012, p. 35).

Aristóteles considerava importante o conhecimento da retórica, devido possibilitar a estruturação e exposição de argumentos e, desta forma, relacionar-se, de modo direto com a vida pública. Desse modo, a retórica passa a ser a arte suprema, onde se desenvolve a capacidade da criticidade, da argumentação, para a deliberação de decisões.

Aristóteles defendeu a argumentação a partir da perspectiva da lógica. Para a lógica, os argumentos são elaborados e avaliados como válidos ou não, independentemente do contexto no qual estão inseridos. Para tanto, objetivando identificar os argumentos-padrão que pudessem ser usados universalmente, Aristóteles trouxe outra grande contribuição, dividindo o raciocínio em dois modos básicos:

(a) demonstração analítica: parte das premissas verdadeiras e é exclusiva da lógica, consistindo em uma demonstração fundada em proposições evidentes que conduzem o pensamento à conclusão verdadeira (VALLE, 2009). Logo, o raciocínio analítico tem caráter científico, verdadeiro o que deriva em conclusões corretas.

(b) argumentação dialética: parte de premissas prováveis, que se expressam por meio de um argumento com enunciados prováveis, dos quais poderiam extrair conclusões apenas verossímeis, representando assim uma forma diversa de raciocinar (VALLE, 2009). Os raciocínios então, não são vistos como totalmente verdadeiros apoiando-se em opiniões e crenças apenas.

Estas contribuições apresentam relevância no tocante do desenvolvimento dos estudos da retórica e da argumentação. Segundo Myers

O caráter argumentativo está presente desde o início: justificamos uma tese com argumentos, mas o adversário faz o mesmo. Neste caso, a retórica não se distingue em nada da argumentação. Trata-se de um processo racional de decisão numa situação de incerteza, de verossimilhança, de probabilidade (1990, p. 17).

De acordo com a lógica formal, um argumento seria um conjunto de conclusões e premissas. A conclusão seria a proposição que se pretende justificar e as premissas seriam as proposições que devem apoiar a conclusão. A partir desta perspectiva a validade de um argumento decorreria exclusivamente do tipo de relação que se estabelece entre as premissas e a conclusão, sendo independente do conteúdo das proposições. Assim sendo, um argumento é válido quando a conclusão decorre necessariamente da relação estabelecida entre as premissas (VALLE, 2009).

No século XX, o filósofo Toulmin (2006) publicou “*Os usos do Argumento*”, marcando a teoria contemporânea sobre a argumentação. Toulmin busca esclarecer a concepção do argumento e, para tanto estuda os argumentos justificatórios, que são apoio para as asserções, que tem função de corroborar alegações a fim de esclarecer diferentes proposições em uma discussão e a relação entre elas.

O foco da obra de Toulmin é a busca de uma forma alternativa à lógica matemática¹ para avaliar racionalmente os argumentos justificatórios. Uma das suas críticas à lógica matemática se relaciona ao entendimento de que a mesma estabelece, entre proposições, relações que se sustentam por si só. Assim, se desvinculam da aplicação prática. Tomando como base uma analogia da argumentação no âmbito da jurisprudência, ele propõe um padrão para a análise dos argumentos, o qual julga contemplar a atividade prática da argumentação e ir além daquele estabelecido por Aristóteles (MENDES, 2012).

Toulmin (2006) ressalta que temos o hábito, desde Aristóteles, de analisar a microestrutura do argumento, apresentando-o de modo sumário em que é

¹ Desde a Grécia Antiga, a matemática era considerada uma ciência de verdade absoluta, existentes em si e por si, não dependendo de nenhum outro fator. As figuras geométricas, números, operações e símbolos eram considerados verdades absolutas necessárias e universais, mesmo que o homem deixasse de existir.

constituída de três proposições apenas: “premissa maior, premissa menor; e, conclusão”. Mas o autor questiona se esta forma padrão é suficientemente elaborada ou parcial.

Perelman e Olbrechts-Tyteca (2005), com sua obra “*O Tratado da Argumentação*” retomou o valor da retórica, fomentando reflexões sobre o discurso argumentativo e o conceito de auditório. A lógica formal é vista como uma verdade universal e incontestável, já a argumentação apresenta um auditório, que possui conhecimento, de modo que um determinado orador tende a influenciá-lo mediante o discurso. Na argumentação, o conhecimento sobre o auditório é vital, pois quanto mais se conhece o auditório, melhor será a argumentação, já que acordos são feitos e fundamentados nos discursos.

Segundo os autores, a argumentação pode ser diferenciada em: persuasiva ou convincente. Na argumentação persuasiva, o auditório é específico, ou seja, particular. Já a argumentação convincente, é a que se pretende validar para todo ser dotado de razão (VAZ; TOLEDO, 2010).

Tecendo uma crítica às ideias de Perelman e Olbrechts-Tyteca, Plantin (2008), considera que na obra “*Tratado da Argumentação*”, o apelo ao diálogo é fundamental, mas o discurso argumentativo é colocado de forma desigual, assim a discussão mostra-se a partir de um discurso pronto para um auditório universal, específico, assegurando assim a racionalidade e o interesse geral. Logo, a perspectiva defendida pelos autores não condiz com a noção de dialética.

A argumentação é fundamentada no modelo dialogal, onde a atividade argumentativa coloca em cheque pontos de vistas distintos, fomentando contradições entre estes, pois

O ato de duvidar é definido como um ato reativo de um interlocutor que se recusa a ratificar um turno de fala. Essa situação interacional obriga o interlocutor a argumentar, isto é, a desenvolver um discurso de justificativa. A argumentação é uma atividade custosa, tanto do ponto de vista cognitivo quanto do ponto de vista interpessoal; só nos engajamos nela pressionados pela resistência do outro à opinião que estamos expondo. Simetricamente, a dúvida não pode permanecer como “gratuita”; o *oponente* deve, por sua vez, justificar suas reservas, desenvolvendo quais são suas razões para duvidar, seja manifestando argumentos orientados para outro ponto de vista, seja refutando as razões dadas em sustentação da proposição

original. Nesse encontro do discurso com o contra discurso, também se cria uma pergunta argumentativa. (PLANTIN, 2008, p. 64).

A situação argumentativa típica do modelo dialogal é definida pelo desenvolvimento e pelo confronto de pontos de vista em contradição. A abordagem dialógica surge a partir da insatisfação com os modelos monológicos da argumentação. Na argumentação, existem o enunciativo e o interativo. Trata-se, então, de articular noções que permitam considerar esse duplo aspecto (MENDES, 2012).

Caracterizando os contextos da argumentação, Billig (1996), considera a argumentação uma realidade, que pode ser encontrada em qualquer espaço/lugar, sendo que os argumentos devem ser entendidos de acordo com o contexto que estão inseridos.

De acordo com van Eemeren *et al.* (1996) a argumentação é uma atividade verbal e social, que pode convencer, para que a aceitabilidade de um ponto de vista possa ser justificado ou refutado, podendo está estruturada em três formas: retórica, dialética e analítica. Na abordagem retórica, os argumentos são de natureza oratória, onde o orador emprega técnicas para persuadir uma audiência.

Os argumentos dialéticos envolvem raciocínios que não são necessariamente evidentes, ocorrendo ao longo de debates e discussões. Já na abordagem analítica, um argumento procede indutiva ou dedutivamente de um conjunto de premissas à conclusão. Os argumentos analíticos pertencem ao domínio do raciocínio formal, o qual se interessa pela estrutura lógica dos argumentos, verificando se a conclusão surge logicamente de premissas dadas (SILVA, 2017, p. 12).

Para van Eemeren e Grootendorst (2004), deve-se considerar a argumentação como uma atividade verbal porque se trata sempre de uma movimentação da linguagem, no sentido da expressividade. Trata-se, também, de uma atividade social porque tem origem em pessoas que se dirigem a outras pessoas.

Duschl (2008) considera que as três formas de argumento são utilizadas para a elaboração e justificação das teorias dentro do contexto da Ciência, embora a analítica e a dialética sejam mais requeridas para a qualidade do argumento. Nessa perspectiva Erduran e Jimenez-Aleixandre (2008), consideram que no tocante ao ensino de ciências a argumentação deve ter no mínimo dois significados: argumentação como justificação do conhecimento e argumentação como persuasão.

No tocante às concepções apresentadas, percebemos a existência de duas principais vertentes: a monologal, apresentada por Perelman e Olbrechts-Tyteca (2005) e Toulmin (2006), e a dialógica (BILLIG, 1996; PLANTIN, 2008). Embora as duas defendam que a argumentação vem como um processo que rompe com a lógica formal, elas se distinguem quanto ao seu foco. A vertente monologal está relacionada ao convencimento, pressupõe um único ponto de vista como plausível e, que todos devem ser convencidos a aderir. A vertente dialógica tem como foco a negociação, admite a existência de mais de um ponto de vista a ser considerado.

Acreditamos que se faz necessário o estudo da argumentação, para a construção de significados, a partir das relações que se estabelecem por meio da linguagem no contexto da sala de aula. Além disso, a opção em abordar a argumentação no âmbito de questões controversas da Biologia, para envolver assim interlocutores, os quais podem expressar opiniões divergentes sobre uma determinada questão, fomentando a construção de argumentos com embasamento científico e, que podem ser analisados a partir da perspectiva proposta por Toulmin, através do seu padrão do argumento.

1.2. O padrão do argumento de Toulmin

1.2.1. Histórico

Ao final da Segunda Guerra Mundial, foi publicado o livro “*Os Usos do Argumento*” (1958), de autoria de Sthepen Toulmin. O autor nasceu em 1922 na cidade de Londres. Graduado em Matemática e Física pelo King’s College, fez doutorado em Filosofia na Universidade de Cambridge.

A obra “*Os Usos do Argumento*”, continha um objetivo rigorosamente filosófico ao criticar o pressuposto adotado pela maioria dos filósofos, de que qualquer argumento significativo pode ser vazado em termos da lógica formal, não só num silogismo, mas numa dedução rigidamente demonstrativa.

A lógica formal se distanciou dos usos práticos da lógica, sendo necessário outro modelo lógico (que não seja o matemático) para que os argumentos práticos fossem avaliados. Esta outra lógica é definida como “jurisprudência generalizada” (TOULMIN, 2006, p. 10), na qual se garante a conservação do que é essencial, os procedimentos pelos quais as alegações são apresentadas, discutidas e estabelecidas e as categorias que devem apresentar, discutir e estabelecer as alegações.

Para Toulmin, o modo como as categorias lógicas – como a de dedução – são expostas em livros afins, priorizou determinados tipos de argumentos (a saber, os analíticos), os quais são pouco usuais na argumentação cotidiana (VELASCO, 2009), e questiona: “Que ligações há entre os cânones e métodos que usamos quando, na vida do dia a dia, avaliamos, de fato, a solidez, a força e o caráter conclusivo de argumentos?” (TOULMIN, 2006, p. 2).

Mediante discussão acerca do problema sobre a lógica, o autor define seu modelo de argumentação, apontando tal questão: “até que ponto a lógica pode esperar ser uma ciência formal e, ainda assim conservar a possibilidade de ser aplicada na avaliação crítica de argumentos que efetivamente usamos ou que podem ser usados por nós?” (TOULMIN, 2006, p.3).

Um argumento pode ser exposto de várias formas diferentes e, é necessário um padrão específico de análise, para provar ou justificar uma alegação, para distinguir o que é dado e conclusão. Nesse sentido, Toulmin formulou o Padrão do Argumento (TAP), inicialmente utilizado no campo da jurisprudência, para fornecer uma interpretação estrutural e lógica do argumento.

Toulmin preocupou-se em

estabelecer uma interpretação estrutural e lógica interna da argumentação a fim de perceber de que modo a validade ou invalidade de uma proposição relaciona-se dentro de um argumento. Seu objetivo era mostrar que nem todos os argumentos podem ser enquadrados na forma de premissas e conclusões (CARVALHO, SASSERON, 2013, p. 171).

Acreditando que argumentos têm função de corroborar alegações, Toulmin (2006) volta-se para o estudo de argumentos justificatórios, que tem como função dar apoio as asserções e estabelecer conexão entre diferentes proposições numa discussão, mostrando assim a relação entre elas, já que se podem construir argumentos de muitos tipos. Neste contexto, é preciso compreender que os conceitos são compartilhados, mas pensamentos e crenças são individuais.

1.2.2. Estrutura do TAP

Na busca de uma forma alternativa à lógica matemática proposta para explicar o conhecimento, Toulmin (2006) prevê o TAP como uma alternativa racional de avaliação dos argumentos.

Toulmin (2006) ressalta que desde Aristóteles os argumentos são apresentados e analisados de forma simplificada, contendo uma microestrutura formada de premissa maior, premissa menor e conclusão. Com tais estruturas tal padrão pode se tornar imparcial, pois o argumento deve ter caráter complexo.

Toulmin defende o argumento com elementos fundamentais:

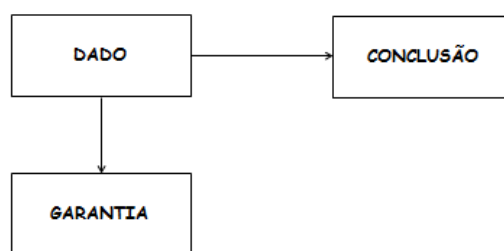


Figura 1. Layout da estrutura do argumento proposto por Toulmin, considerando os elementos dado, garantia e conclusão.

Dados (D) são fatos que recorremos como fundamentação para alegar algo; já a conclusão (C) é uma alegação com méritos que se procura estabelecer. Como somente os dados não são suficientes para validar uma conclusão, são necessárias garantias (W) que relacionem o dado e a conclusão. A garantia é exploratória, com a tarefa de registrar a legitimidade do argumento. A mesma

pode ser legitimada por uma regra ou princípio, mas não deve ser encarada como uma informação nova.

Para exemplificar o modelo, adotamos a ideia de Toulmin para apresentar uma argumentação completa:

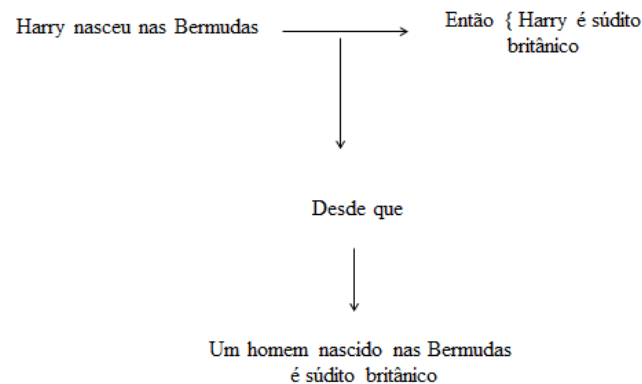


Figura 2. Exemplo da aplicabilidade da estrutura do argumento proposto por Toulmin. Fonte: (Toulmin, 2006)

O dado é explicitado em: “*Harry nasceu nas Bermudas*”. Esta frase é um fato com que se garante chegar a uma conclusão. A conclusão: “*Harry é um súdito britânico*” dá ideia de afirmação. Já a garantia: “*um homem nascido nas Bermudas será em geral súdito britânico*”, dá ideia de confirmação, que pode ser validada por uma lei ou autoridade.

Entretanto, esse é somente o esqueleto inicial do modelo, pois somente dados (D), conclusões (C) e garantias/justificativa (W/J), não tornam um argumento aceito e complexo. Nesse caso ele utiliza ainda mais três elementos: qualificador modal (Q), refutadores (R) e o conhecimento básico (B).

O qualificador modal (Q) se torna a “força conferida à garantia”; ou seja, a partir dele são dadas as condições necessárias para que a garantia seja válida. Os refutadores (R) servem como questionadores da garantia, mostrando até que ponto a garantia não é suficiente para dar apoio a conclusão. O conhecimento básico ou de base (B) é o conhecimento, no qual se fundamenta a garantia, podendo ser um princípio, uma lei ou teoria. Cabe ressaltar que o conhecimento de base só deve ser explicitado, caso a garantia seja desafiada.

Toulmin (2006) apresenta o padrão do argumento em:

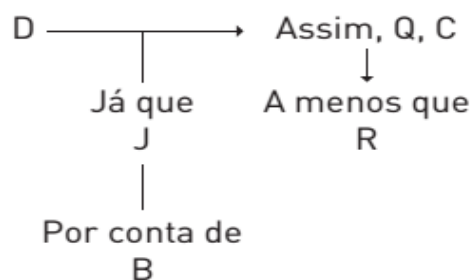


Figura 3. Modelo do argumento, extraído de Toulmin (2006, p.150). D=dado; J= justificativa (garantia); B= conhecimento de base; Q = qualificador modal; C = conclusão; R = refutador.

Isto é:

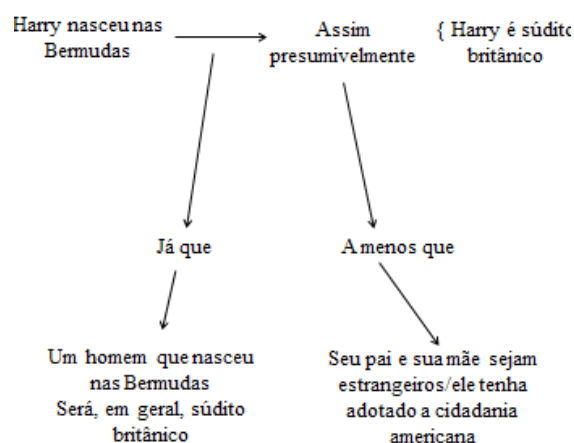


Figura 4. Exemplo da aplicabilidade da estrutura do argumento, extraído de Toulmin (2006, p.151), com todos os elementos que compõem um argumento.

1.2.3. Uso do padrão do argumento de Toulmin em pesquisas na educação em ciências

O Padrão do Argumento de Toulmin foi fundamentado no campo da jurisprudência, mas difundiu-se para outros campos, tais como: Comunicação, Filosofia e Educação. No campo da Educação, destaca-se nas atividades voltadas ao Ensino de Ciências, sendo utilizado na análise de interações discursivas em salas de aula, considerando aspectos estruturais, evidenciando assim a presença ou ausência de elementos que compõem o argumento. Isso contribuiu para a consolidação do uso do TAP como instrumento da análise dos argumentos, através da “argumentação científica”, de alunos no ensino de Ciências.

Segundo Capecchi e Carvalho (2000)

O modelo de Toulmin é uma ferramenta poderosa para identificar a estrutura de argumentos científicos. Este modelo pode mostrar o papel das evidências na elaboração de afirmações, relacionando dados e conclusões através de justificativas de caráter hipotético. Também pode realçar as limitações de uma dada teoria, bem como sua sustentação em outras teorias. O uso de qualificadores modais ou de refutações pode indicar uma compreensão clara do papel dos modelos na ciência e a capacidade de ponderar diante de diferentes teorias a partir das evidências apresentadas por cada uma delas. Se os alunos puderem entrar em contato com argumentos completos, prestando atenção nestas sutilezas, possivelmente estarão compreendendo uma importante faceta do conhecimento científico (p.38).

Segundo Kelly e Takao (2002), o uso do Padrão do Argumento de Toulmin, permite a reflexão sobre a estrutura do argumento e ajuda a evidenciar seus componentes, destacando a importância das relações lógicas que deve haver entre eles.

Erduran *et al.* (2004) reconhecem a importância do uso do TAP, para análise do discurso argumentativo nas aulas de Ciências. Nesse sentido, os autores modificaram o TAP, para verificar a qualidade dos argumentos com base nas combinações dos elementos propostos no Modelo de Argumento de Toulmin, assim verificaram que argumentos que possuem um maior número de elementos são considerados mais sofisticados, pois a presença de refutadores e contra-argumentos são um valioso indicativo para a qualidade dos argumentos.

Sá, Queiroz e Kasseboehmer (2014), em seus estudos aplicaram o TAP como instrumento de ensino visando o aprimoramento da habilidade da argumentação, mostrando aos alunos como direcionar a aprendizagem por meio de discussões.

Desta forma, o uso do TAP propicia uma gama de possibilidades analíticas para a construção e análise dos argumentos. O foco do seu modelo analítico é a estrutura do argumento e não seu caráter dialogal, embora trabalhos focando as interações em sala de aula, cuja unidade de análise não é o indivíduo, o tenha utilizado com valiosas discussões (SILVA, 2017, p. 18).

Como discutido por Driver *et al.* (2000), embora não contemple os aspectos interacionais nas salas de aula, o modelo de Toulmin é bastante

utilizado no Ensino de Ciências com outros referenciais, para se averiguar a argumentação desenvolvida pelos alunos e o contexto em que ocorrem (CAPECCHI, CARVALHO, 2000; OSBORNE *et al.*, 2004; SÁ, 2010).

Cabe mensurar que alguns trabalhos que utilizam o TAP como ferramenta metodológica apresentam alguns fatores limitantes, no que diz respeito à identificação de seus elementos (ERDURAN, 2007; JIMENEZ- -ALEIXANDRE e ERDURAN, 2008; ZOHAR; NEMET, 2002). Essas dificuldades surgem quando se tenta delimitar o que são apoio, garantia e condições de refutação. Entendemos que essas dificuldades podem estar vinculadas ao enquadramento dos elementos no padrão, já que as ideias não são estáticas. Outro fator limitante quanto ao uso do TAP está relacionado à necessidade de se considerar o contexto em que o argumento aparece, para evidenciar assim elementos que podem estar implícitos e, para se entender as razões pelas quais determinadas ideias surgiram.

1.2.4. Estruturas analíticas elaboradas a partir do TAP

A partir do que foi apresentado, entendemos que é importante tomar o esquema analítico de Toulmin para se agregar elementos da análise do discurso. Aplicando-se apenas o Modelo de Toulmin, não há como analisar o processo de construção do argumento, isto é, o modo dinâmico e contínuo de negociação e evolução dos pontos de vista ao longo do tempo e o impacto da exposição dos argumentos e contra-argumentos sobre os participantes no contexto em que se engajam quando argumentam (TEIXEIRA, 2007).

Garcia-Mila *et al.* (2013) modificaram o TAP para analisar a qualidade dos argumentos produzidos em situações distintas de diálogo para explorar a relação entre os objetivos da tarefa argumentativa e os resultados de raciocínio em uma escola. Para tanto, *tomaram o indivíduo como a unidade de análise*, com foco nas estratégias usadas por cada aluno para cumprir os objetivos argumentativos. As estratégias argumentativas verificadas pelos autores se referem à presença de alguns elementos específicos do discurso ao invés de outros. Com relação a qualidade dos argumentos, os autores consideram a presença de refutadores como indicadores importantes.

Zohar e Nemet (2002) modificaram o Padrão de Argumento de Toulmin, para analisar os argumentos escritos por alunos no contexto do ensino de genética humana. Para tanto, aglutinaram dados e garantias, e formaram uma única categoria denominada de justificativa, como modo de evitar dificuldades na sistematização dos dados e garantias. Ao final, os autores perceberam o colapso quanto à utilização do TAP, pois as justificativas não levavam em conta a (a) consideração do conhecimento científico, (b) erros sobre conhecimento científico, (c) conhecimento científico não específico e (d) apresentação do conhecimento científico correto.

Na metodologia proposta por Erduran *et al.* (2004), o modelo de Argumento de Toulmin é utilizado para identificar como ocorre a *qualidade do argumento*, ao longo das interações discursivas nas aulas para a produção do discurso científico. Neste sentido, avaliaram o argumento de acordo com a qualidade de refutações nas discussões dos alunos. Entretanto, perceberam que o TAP trouxe dificuldades quanto ao esclarecimento das reivindicações, dados e garantias, sendo que seu uso não produziu uma visão ampla da qualidade do argumento, mesmo com ações de intervenção na sala de aula.

Jimenez-Aleixandre, Rodrigues e Duschl (2000) encontraram no TAP, uma maneira de estruturar os argumentos dos alunos, através de atividades envolvendo a temática genética para verificação do conteúdo a partir de garantias, apoios e qualificadores, mostrando que tais recursos dependem do contexto no qual estão inseridos.

Sadler e Donnelly (2006) utilizaram o Padrão de Argumento, para verificar a argumentação de estudantes quanto às questões sócio-científicas, através de entrevistas, considerando três variáveis: (a) o conhecimento do conteúdo, (b) o raciocínio empregado quanto às questões sociocientíficas e a relação com os aspectos morais e (c) qualidade dos argumentos.

Chamamos atenção sobre como o modelo de argumento de Toulmin, apesar das críticas dirigidas, tem sido utilizado e indicado para a análise do discurso e de práticas envolvendo diversos contextos na área de Ciências.

1.3 O ensino de Ciências e a argumentação como uma prática epistêmica

A ascensão da perspectiva sociocultural na Educação em Ciências direciona o foco da atenção para as interações que ocorrem no contexto das salas de aula. Esta abordagem, defendida por Vygotsky, ressalta que o desenvolvimento humano ocorre através de interações sociais, onde os indivíduos interagem entre si, elaborando significados através da linguagem, passando para a cultura o papel constituinte da natureza humana.

No início do século XX, Vygotsky (2009) pensava em uma psicologia sócio-cultural-histórica que se fundamentava no entendimento da mente humana relacionada a sua condição real de existência, criticando assim teorias desenvolvidas na época, que separavam a vida concreta dos sujeitos e priorizavam apenas o desenvolvimento biológico. Para tanto, buscou métodos defendidos pela perspectiva marxista, onde a atividade – produtora e reprodutora da cultura humana – é que diferencia o gênero humano das demais espécies puramente biológicas. Pelo processo histórico de construção de cultura, o gênero humano vai humanizando seu mundo e humanizando a si próprio (CAMILLO, MATTOS, 2014, p. 215).

Silva (2015) aponta que a interação social, de acordo com a tradição vygotskiana, assume um relevante papel nas pesquisas relacionadas ao ensino de Ciências, uma vez que se constitui em um aspecto central na apropriação dos sistemas de recursos sociais semióticos e de formas socialmente significantes de usá-los, os quais constituem a cultura de uma comunidade qualquer.

No Ensino de Ciências, a perspectiva sociocultural foi instaurada a partir da década de 1980, por insatisfação de alguns pesquisadores, pois a Ciência era vista e apresentada como a única “abordagem válida” para a construção do conhecimento, desconectada dos eixos social, histórico, político e cultural.

Segundo Lemke (2001), a Ciência deve ser entendida como

uma atividade humana cujo foco de interesses e disposições teóricas em qualquer período histórico fosse uma parte importante das questões políticas e culturais dominantes na atualidade e não algo a parte da mesma (p.298).

Para a pesquisa em Educação em Ciências, a perspectiva sociocultural, concebe a aprendizagem como uma enculturação, favorecendo a ideia que os aspectos sociais e culturais da aprendizagem são importantes para o desenvolvimento cognitivo.

Na proposição de Trindade e Rezende (2010), a Educação em Ciências segundo a perspectiva sociocultural

é vista como uma atividade social conduzida dentro de estruturas institucionais, onde as questões de investigação dizem respeito ao papel da interação social em salas de aula de ciências. (p.490)

A sala de aula como um espaço sociocultural, permite compreender como processos são construídos e desenvolvidos, devido às interações sociais e dialógicas estabelecidas entre os sujeitos que são inseridos no contexto escolar, favorecendo uma aprendizagem de Ciência que auxilia na produção e validação, dos saberes ao longo das investigações escolares.

Ensinar Ciências é proporcionar a construção de conhecimentos que capacitem o aluno a compreender a si próprio e aos outros, bem como ao mundo que o rodeia. Dessa maneira, não se deve apenas proporcionar ao aluno a aquisição de conceitos, mas também possibilitar uma compreensão acerca da natureza da ciência e do saber científico e suas relações com aspectos tecnológicos e sociais (NASCIMENTO *et al.* 2014).

Nesta construção do conhecimento, sobre a natureza da ciência e do saber científico, o aluno deve aprender sobre as práticas discursivas de uma comunidade. A partir desta, ocorreram práticas que permitem o engajamento dos alunos na produção e compreensão do conhecimento (SANDOVAL, REISER, 2004). Assim, a apropriação de saberes científicos permite ao aluno a construção e justificação de significados para a compreensão da natureza do saber científico.

Neste contexto, Kelly e Lincona (2018) ressaltam que é necessário superar as ideias que permeiam a concepção de Ciência dos alunos e professores, pois a ação educativa deve promover o desenvolvimento de conhecimentos, habilidades, valores e formas de conhecer e aprender.

A escola tem o dever de oferecer oportunidade para que os estudantes aprimorem e aperfeiçoem modos de pensar e conceber ideias, aproximando-os dos modos científicos, além de possibilitar acesso a novas informações e contextos de observação e investigação (SASSERON; DUSCHL, 2016).

As aulas de ciências não devem prezar apenas por práticas que envolvam experimentos feitos como “receitas de bolo”, por meio do manuseio de equipamentos, aplicação de protocolos, e resoluções mas, principalmente através de práticas que envolvam processos discursivos para fundamentação da prática científica.

Mas há um desequilíbrio quando se trata destes aspectos no ensino de Ciências, pois as oportunidades fornecidas aos estudantes para a utilização de instrumentos se sobrepõem as oportunidades para utilizar a linguagem da Ciência (KELLY, DUSCHL, 2002).

É necessário que a aprendizagem de ciência envolva uma prática de cunho epistêmico, para que os alunos passem a produzir e validar, por meio do discurso argumentativo, os saberes adquiridos ao longo das investigações no âmbito escolar.

Práticas epistêmicas são “atividades sociais de produção, comunicação e avaliação do conhecimento” (KELLY, 2005, p. 02). Nessa perspectiva, o foco das atenções, tanto no ensino quanto na pesquisa, recai no processo de construção e justificação dos saberes *in situ*, evidenciando-se, em vários casos, as etapas ou níveis epistêmicos pelos quais os alunos passam ao longo de suas atividades investigativas, ou seja, o interesse volta-se para o processo pelo qual os alunos produzem e validam os saberes nas suas investigações escolares. Desse modo, valoriza-se a percepção dos alunos sobre o que deve ser levado em conta para se considerar o conhecimento produzido como cientificamente aceitável.

O conceito de práticas epistêmicas associa-se, assim, a uma mudança de sujeito epistêmico, que passa de um conceber individual para uma comunidade de prática. No contexto escolar, o foco analítico afasta-se de uma consciência individual e volta-se para o processo social de investigação, em que são valorizadas as interações discursivas entre alunos e professor e de alunos entre

si quando estes se envolvem na construção e na legitimação de conhecimentos (SILVA, 2015).

Dessa forma, os alunos constroem e justificam saberes de natureza científica, através da dimensão discursiva e argumentativa da ciência. Para tanto, faz-se necessário ambientes de aprendizagem que fomentem as práticas epistêmicas desenvolvidas pelos alunos, sendo os professores mediadores para a evolução destas, através de movimentos epistêmicos (ação dos professores).

Os movimentos epistêmicos se referem às intervenções do professor nas atividades de um grupo de alunos, que podem ser percebidas como questionamentos, sugestões e orientações significativas para o seu avanço intelectual, favorecendo a adoção de determinadas práticas epistêmicas do aluno (SILVA, 2015).

O professor é considerado uma autoridade epistêmica, devido seu conhecimento e experiência. A autoridade dos professores deve ser moderada para apoiar discussões abertas e relevantes, para que os alunos desenvolvam confiança, responsabilidade e aprendam os objetivos cognitivos da ciência através de experiências com autoridade compartilhada (KELLY, 2005).

A compreensão da argumentação como um componente discursivo “encaixado” em outras orientações discursivas, desenvolvidas em salas de aula, ainda não está satisfatoriamente esclarecida pela pesquisa da área, inclusive sobre como o professor lida com argumentações e demais orientações discursivas por meio de determinados procedimentos discursivos didáticos (VIEIRA *et al.* 2015)

Osborne (2010) ressalta que a formação de professores deve ser um processo contínuo em que os professores se engajem e se familiarizem com os vários aspectos das práticas científicas. Contudo, no contexto brasileiro, a inclusão de atividades baseadas em argumentação tanto no processo formativo, quanto nas salas de aula, ainda não se tornou uma ferramenta validada, inviabilizando assim seu papel nas práticas educativas.

É necessário que os professores percebam a importância da argumentação nos discursos dos alunos, como uma prática epistêmica que

favorece a construção do conhecimento, através de seleção de dados, avaliação, contraposição e defesa de suas ideias. O uso da argumentação contribui no entendimento por parte dos alunos, de como os conhecimentos científicos são validados pela comunidade científica, exteriorizando pensamentos e dúvidas, que favorecem o diálogo na sala de aula.

Assim, quando o aluno entrar em contato com a oposição, precisando avaliá-la para se posicionar diante de um embate, estará continuamente abrindo espaços para revisar suas próprias concepções e modificá-las se necessário, de modo deliberado e consciente (FREIRE, 2014, p.22). Estas características fomentam o processo de alfabetização científica através de práticas epistêmicas que validam a importância da argumentação como ferramenta indispensável à construção do conhecimento.

Logo, a argumentação pode funcionar como uma ferramenta para o entendimento de processo de raciocínio do estudante, do seu conhecimento em relação ao fazer científico, e do desenvolvimento de entendimentos conceituais e epistêmicos (KELLY & TAKAO, 2002).

CAPÍTULO 2. ARGUMENTAÇÃO NO CONTEXTO DO ENSINO DE BIOLOGIA

Neste capítulo, será feito um panorama acerca da Biologia, do ensino de biologia e a produção acadêmica que trata da argumentação como facilitadora e propulsora da construção de conhecimento e linguagem científica nas aulas de biologia. Para tanto, foi realizada uma sucinta reflexão sobre biologia e o ensino de Biologia, já que o foco do capítulo é investigar as produções de trabalhos apresentados em revistas entre os anos de 2010-2018, na área de Ciências, Biologia e Educação, para se verificar o montante de publicações relacionando argumentação e ensino de Biologia. A busca fez menção a títulos e palavras-chaves relacionados à “argumentação”, “argumentação e biologia”, “argumentos e biologia” sendo que as leituras de todos os trabalhos foram feitas na íntegra. Assim, buscamos apresentar um panorama das produções sobre argumentação com ênfase em aspectos como: a) tema e ano de publicação; b) público-alvo da pesquisa; c) conteúdo e metodologias utilizadas para análises dos argumentos.

2.1. Biologia: uma ciência autônoma

A origem da Biologia retoma à Antiguidade Clássica, quando filósofos gregos tentavam explicar a partir dos fenômenos biológicos as perspectivas da medicina e história natural dos seres vivos. Neste contexto, a pesquisa era de caráter descritivo e observacional, para embasar explicações causais sobre os seres vivos.

Não obstante, seu estabelecimento como ciência autônoma ocorreu apenas no século XX, mas ainda carregando tradições que tornaram a Biologia uma ciência de pouca importância, devido à forma como os problemas eram resolvidos, pois os princípios da Biologia se baseavam “essencialmente em lógica e matemática, e não em conceitos específicos da biologia” (Mayr, 2005).

Pelo fato de nem sempre os problemas biológicos serem resolvidos por meio dos experimentos controlados em laboratório, Scarpa e Silva (2013) ressaltam que a Biologia foi considerada uma ciência de menor importância, já

que o experimento era visto por muitos filósofos da ciência e, mesmo o público em geral, como o método científico capaz de provar fenômenos e permitir a construção de explicações. O que não se percebia era a importância da metodologia observação-comparação para o fornecimento de hipóteses e respostas no contexto da Biologia.

Mayr (2005) ressalta que a observação no campo da Biologia,

conduziu a descoberta de faunas e floras estranhas; a observação revelou a diversidade da natureza orgânica e conduziu ao estabelecimento da classificação dos seres vivos e a teoria da ascendência comum; a observação conduziu os fundamentos da etologia e da ecologia. A observação, na biologia, forneceu, provavelmente, mais conhecimentos que todos os experimentos juntos (p.49).

Quando analisadas as outras ciências da natureza, se percebeu que a Biologia não se adequava a todos os princípios devido a alguns fatores, entre os quais:

a) o essencialismo: nas outras ciências os membros de uma determinada classe são idênticos, com características constantes; para a Biologia os seres vivos diferem em classe taxonômicas (cada classe apresenta populações de indivíduos com características próprias) e isso os distingue no ambiente;

b) o determinismo: para a Biologia, a aleatoriedade em que ocorre os fenômenos, é responsável pela ampliação de combinação entre os organismos e aumenta a variabilidade genética. Já na Física, por exemplo, as leis newtonianas ressaltam que os eventos ocorrem causalmente restringindo um espaço para essa variação;

c) o reducionismo: na Biologia não é compreensível adotar a ideia de que o estudo das partes não fornece todo o aparato para compreensão dos sistemas complexos.

Outro aspecto que merece destaque é a dificuldade da introdução da ideia de “leis” naturais da Biologia, já que a maioria das teorias na Biologia estão ancoradas em conceitos (seleção, especiação, população etc.). Neste sentido, a inaplicabilidade desses quesitos para a Biologia mostrou que a mesma era

diferente da Física e da Matemática. Livrar-se dessas ideias inapropriadas foi o primeiro e talvez o mais árduo passo para o desenvolvimento de uma sólida filosofia da biologia (MAYR, 2005, p. 44).

O último evento a contribuir para o desenvolvimento da Biologia como ciência autônoma vincula-se à construção de vários conceitos ou princípios específicos para as Ciências Biológicas (TEIXEIRA, 2008, p. 24). O desenvolvimento de conceitos e características específicas na Biologia, que envolveram a complexidade do estudo dos seres vivos garantiu que os esforços realizados para anexá-la ao quadro das ciências físicas fracassasse.

2.2. O ensino de Biologia

Durante décadas as aulas de biologia tiveram como foco apenas o ensino de conceitos, sustentados por descrições exaustivas, trazendo a Ciência como uma verdade pronta e acabada.

Krasilchik (2004) afirma que no ensino de Biologia, em geral não se nota a preocupação com aspectos importantes, tais como as relações que dinamizam o conhecimento, os métodos e valores das ciências biológicas. São considerados e cobrados conhecimentos factuais, muitas vezes irrelevantes e desconexos das outras áreas da disciplina de Ciências e das demais disciplinas do currículo.

Nota-se, então, que os conteúdos do currículo de biologia são abordados de forma descritiva e memorística, com exemplos descontextualizados e, na maioria das vezes, reproduzidos com modelos experimentais clássicos, sendo necessário que o professor se preocupe não somente com o conteúdo a ser ensinado, mas como ele deve ser ensinado. Assim, o educador em biologia tem sido historicamente exposto a uma série de desafios para tornar os avanços tecnológicos e as teorias científicas mais compreensíveis e acessíveis para os alunos.

Se faz necessário o planejamento e desenvolvimento de atividades que estimulem os alunos a responder questões do conteúdo da Biologia, através de

uma metodologia que seja integrada, relevante, contextualizada e que contribua de modo efetivo para o aprendizado de habilidades envolvidas no fazer científico (SCARPA, SILVA, 2013). Desse modo, possibilita-se ao aluno compreender a natureza e o meio em que vivemos com uma perspectiva de análise mais amplas sobre o mundo.

A mudança na cultura experimental das escolas e na formação docente seria uma das alternativas para proporcionar aos alunos o acesso ao fenômeno, a modelos que o auxiliem a enxergar como os moldes científicos são construídos para representar o mundo da Ciência. Estas ações favorecem o processo investigativo, permitindo que os estudantes resolvam os problemas propostos nas atividades e compreendam-no.

Nas aulas de Biologia, o aluno da escola básica não deve se portar como um cientista, pois sua idade e maturidade não permitem tal condição. O que se propõe é que a sala de aula transforme-se em um ambiente investigativo, de tal forma que se possa ensinar (conduzir/mediar) o trabalho científico para que possam gradativamente ir ampliando a cultura científica, adquirindo, aula a aula, a linguagem científica (SASSERON, CARVALHO, 2008, p.343).

Essa linguagem científica favorece a construção de conhecimentos e da argumentação no ensino de Biologia. Em alguns estudos internacionais têm-se dedicado esforços no desenvolvimento de recursos e estratégias que auxiliem na implementação da argumentação no contexto escolar para a promoção de práticas científicas discursivas. Dawson e Venville (2010) fizeram um estudo sobre como questões sociocientíficas no âmbito da Biologia podem aprimorar as habilidades argumentativas dos alunos. Os autores perceberam que a argumentação no contexto da aula ocorreu devido a quatro fatores: o papel do professor como facilitador, o uso de quadros escritos, a questão proposta e o papel ativo do aluno.

Logo, o ensino de Biologia e argumentação são necessários, pois fornecem embasamentos que são essenciais para a educação científica na escola, capacitando os alunos a usarem sua compreensão sobre ciência de modo a contribuir para o debate público e tomada de decisões informadas e

equilibradas sobre questões sociais e científicas que possuem impacto em suas vidas. (SILVA, SILVA, 2016).

2.3. Revistas e a produção científica sobre argumentação e ensino de Biologia.

Nesta seção buscamos enfatizar o que se tem feito no âmbito da Biologia, remetendo às contribuições da argumentação no ensino- aprendizagem, as dificuldades encontradas e os ganhos adquiridos, assim como os referenciais analíticos utilizados.

O estado da arte, ou seja, a pesquisa de caráter bibliográfico permitiu realizar um balanço das produções em revistas nacionais e internacionais nas áreas de Educação, Ciências e Ensino de Biologia. Segundo Ferreira (2002), o Estado da arte é visto como pesquisas de caráter bibliográfico porque:

[...] elas parecem trazer em comum o desafio de mapear e de discutir certa produção acadêmica em diferentes campos dos conhecimentos, tentando responder que aspectos e dimensões vêm sendo destacados e privilegiados em diferentes épocas e lugares, de que formas e em que condições têm sido produzidas certas dissertações de mestrado, teses de doutorados, publicações em periódicos e comunicações em anais de congressos e de seminários (p.258).

Após compreensão de como as pesquisas bibliográficas são vistas como “Estado da Arte”, foi realizada uma busca por trabalhos que remetessem a argumentação no ensino de Biologia. Como critério de busca, utilizou-se palavras-chave como: argumentação e ensino de Biologia, acompanhadas dos seguintes filtros: educação, ensino, argumentos. A investigação iniciou-se em novembro de 2017 e foi finalizada em maio de 2018. Para sistematização dos dados, cada informação foi lançada no Quadro 01.

REVISTA	
Data de acesso	
Autor	Ano
Título	
Objetivo	
Metodologia	Série
Resultados	

Quadro 01. Arquivo de informações. Fonte: a autora

Neste processo de sistematização da amostra, foi realizada a leitura na íntegra dos trabalhos selecionados. Em seguida, os mesmos foram separados em categorias para entendermos melhor como a argumentação vem sendo utilizada nas aulas de Biologia e quais estruturas analíticas apoiam os professores e pesquisadores na análise dos dados.

A categorização permite a comparação entre as unidades de análise levando a um agrupamento de elementos semelhantes; isto é, trata-se de um processo de criação, ordenamento, organização e síntese (OLIVEIRA, 2012). Implica construir relações entre as unidades de base combinando-as no sentido de compreender como esses elementos unitários podem ser reunidos na formação de conjuntos mais complexos, denominados de categorias (MORAES, 2003).

As revistas e trabalhos encontrados após busca e leituras estão elencados no Quadro 02.

REVISTA	AUTORES E TÍTULOS
---------	-------------------

Revista Ensaio, v.13, n.03, p.135-150, 2011.	PEREZ, D. M. et al. Temas polêmicos e a argumentação de estudantes do curso de ciências biológicas.
Revista Ensaio, v.17, n.esp, p.97-114, 2015.	TRIVELATO, S. TONIDADEL, S.M.R. Ensino por investigação: eixos organizadores para sequências de ensino de biologia.
Revista Ciência e Educação, vol.22, no.4, p.951-973, 2016	RATZ, S. V. S. MOTOKANE, M. T. A construção dos dados de argumentos em uma Sequência Didática Investigativa em Ecologia.
Investigações em Ensino de Ciências – V17(3), pp. 571-591, 2012	ALMEIDA, P. FIGUEREDO, O. GALVÃO, C. A argumentação em tarefas de manuais escolares portugueses de biologia e de geologia
Investigações em Ensino de Ciências – V20(3), pp. 116-130, 2015	OROFINO, R. D. TRIVELATO, S. L. F. O uso de conceitos científicos em argumentos em aulas de biologia.
Investigações em Ensino de Ciências – V22 (2), pp. 139-153, 2017	SILVA, M. B. TRIVELATO, S. L. F. A mobilização do conhecimento teórico e empírico na produção de explicações e argumentos numa atividade investigativa de biologia.
ACTIO, Curitiba, v. 1, n. 1, p. 70-86, jul./dez. 2016.	SILVA, M.L.M. SILVA, M.G.L. Argumentação no ensino de Biologia: uma experiência no ensino médio.
Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias Vol. 13, Nº 1, 18-31 (2014)	CORAZZA, M. J. PEDRANCINI, V. D. Interações discursivas e a elaboração dos conceitos de raça e espécie em aulas de Biologia.

Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias Vol. 16, Nº 3, 516-539 (2017)	OLIVEIRA, I. S. BOCCARDO, L. JUCÁ-CHAGAS, R. Análise de uma prática pedagógica, com vistas para a zoologia evolutiva, baseada na solução de problemas.
Revista de Ensino de Biologia, n.7, 2014.	SILVA, R.L. SALOMÃO, S. R. Argumentação em aulas de temas evolutivos: um exercício de análise

Quadro 02. Caracterização das revistas analisadas, seus respectivos autores e títulos.

2.4. Trabalhos e categorias

Após leitura dos trabalhos e fichamentos, vimos que diferentes vertentes foram delimitadas em categorias:

- a) Sequência de ensino e uso da TAP no ensino médio;
- b) Sequência de ensino e uso da TAP no ensino superior;
- c) Atividades interpretativas e o uso da análise do conteúdo;
- d) Linguagem, ensino de biologia e argumentação.

Estas categorias foram delimitadas, pois facultam o posicionamento dos professores ou pesquisadores quanto à construção e promoção da argumentação nas aulas de Biologia.

Categoria 1. Sequências de ensino e o uso do TAP para análise de argumentos de alunos no ensino médio.

Após leitura, percebe-se que um grande número de trabalhos envolvendo a argumentação e o ensino de Biologia utilizam como estratégia para a construção dos argumentos sequências de ensino de cunho investigativo, que têm como base o planejamento de atividades que fomentam as interações entre aluno/aluno e aluno/professor, proporcionando a construção dos conhecimentos

e argumentos científicos. Para análise dos argumentos produzidos nas sequências, o Padrão do Argumento de Toulmin tem destaque.

Silva e Trivelato (2017) prepararam uma sequência didática de ensino para alunos do 1º ano do ensino médio sobre dinâmica populacional, para investigar como ocorre a mobilização do conhecimento teórico e empírico quando se produz explicações e argumentos numa atividade de biologia. Ao final de cada encontro, os alunos produziam relatórios científicos, com explicações construídas ao longo da sequência de ensino, sendo analisados através do trabalho de Sandoval (2003).

Para verificar se os estudantes produziam argumentos para validar suas explicações, utilizaram o TAP. Ao final do trabalho, os resultados obtidos pelos autores reforçam a importância da participação dos estudantes em atividades de cunho investigativo, como também indicam que a investigação propicia o engajamento em práticas epistêmicas, pois o conhecimento sobre o contexto de investigação (condições experimentais e procedimentos de coleta) fornece repertório de elementos causais para a produção de explicações e de justificativas para a construção de argumentos.

No contexto da pesquisa feita por Orofino e Trivelato (2015), foi proposta uma sequência didática de ensino, com alunos do 3º ano do ensino médio, tendo como temática: genética. Na sequência, além de aulas expositivas dialogadas, foram disponibilizados textos de cunho científico, realizados experimentos e apresentada uma questão problema. As respostas obtidas foram transcritas e analisadas através do TAP, que sofreu modificação para fundir garantias e apoios em um único tópico: justificativa.

Para as autoras ficou claro, a partir dos resultados, que é possível trabalhar questões argumentativas em atividades investigativas com respostas esperadas para as perguntas. Como sugestão para aumentar a qualidade das informações utilizadas nos argumentos, indicam a fragmentação de questões muito gerais em questões menores para que os alunos aprendam o processo argumentativo de forma gradativa.

No trabalho desenvolvido por Silva e Silva (2016) o objetivo foi relatar uma experiência que fomentasse a habilidade de pensamento de alta ordem, a argumentação, como parte de uma das práticas epistêmicas (a avaliação do

conhecimento), com alunos do Instituto Federal do Rio Grande do Norte. Para atender aos objetivos, da pesquisa elaboraram uma atividade abordando os critérios científicos da descoberta da estrutura do DNA.

Após a atividade, os autores avaliaram os textos argumentativos desenvolvidos pelos alunos, a partir do modelo de Toulmin. Os autores perceberam ao final da análise dos textos que os alunos apresentaram Conclusões (C) coerentes, com certa limitação em relação ao conteúdo disciplinar em sua Justificativa/Garantia (W/J), e que a principal dificuldade apresentada foi em relação à compreensão dos conceitos dos elementos do argumento, principalmente na distinção entre os Dados (D) e Conhecimento de Base (B).

Os autores concluem que os resultados revelaram direcionamentos importantes, com destaque à importância da implementação contínua de atividades que priorizem o desenvolvimento da argumentação em sala de aula, o valor das atividades colaborativas para a aprendizagem coletiva e individual e a relevância de uma análise da validade das alegações para o conteúdo disciplinar da Biologia.

Trivelato e Tonidandel (2015) ressaltam, em seu trabalho, como as aulas de Biologia devem ser pautadas para que os alunos compreendam a natureza das Ciências Biológicas e seus temas. Para isso, as autoras propõem que o ensino tenha caráter investigativo, que os alunos tenham acesso às práticas da ciência, de forma a aproximá-los da natureza da ciência e promover a alfabetização científica.

Para isso, consideram que uma sequência didática de biologia baseada em investigação propõe: a) uma questão-problema que possibilite o engajamento dos alunos em sua resolução; b) a elaboração de hipóteses em pequenos grupos de discussão; c) a construção e registro de dados obtidos por meio de atividades práticas, de observação, de experimentação, obtidos de outras fontes consultadas, ou fornecidos pela sequência didática; d) a discussão dos dados com seus pares e a consolidação desses resultados de forma escrita e; e) a elaboração de afirmações (conclusões) a partir da construção de argumentos científicos, apresentando evidências articuladas com o apoio baseado na ciências biológicas.

Corazza e Pedrancini (2014) analisaram como interações discursivas estabelecidas entre professora-alunos e alunos-alunos em episódios de ensino de Biologia contribuem para a elaboração e compartilhamento de significados em relação aos conceitos de raça e espécie. As elaborações dos conceitos, através dos diálogos feitos pelos estudantes mostraram que ao longo das interações verbais houve uma gradual evolução do pensamento dos estudantes e, apesar de alunos não terem atingido as fases finais de elaboração dos conceitos científicos, se percebeu que o compartilhamento de ideias e conhecimentos, promovido na sala de aula, ampliou as possibilidades de aprendizagem e que este aspecto fomentou a construção de argumentos.

Para analisar como a prática pedagógica no ensino de Biologia, sob a perspectiva da solução de problemas, concebe aos estudantes o desenvolvimento da alfabetização científica e de argumentos satisfatórios, Oliveira *et al.* (2017) analisaram duas rodadas de situações-problema, intercaladas com apresentações expositivas e dialogadas sobre a temática da zoologia.

Os resultados apontaram que a interface entre o ensino de zoologia e a metodologia da solução de problemas mostrou-se como um espaço oportuno para que o ensino não se atrelasse somente ao campo do livro didático e memorístico. Ressaltaram que as aulas de Biologia quando ocorrem de maneira contextualizada permitem ao estudante a percepção dos problemas locais e universais por meio de inferências que os permitem estabelecer nexos entre o conhecimento escolar e as situações cotidianas. Entretanto, os autores declaram que existem poucos trabalhos na área de Biologia que envolvam práticas que favoreçam a construção argumentativa dos estudantes para a assimilação conceitual de modo autoral e desafiador.

Categoria 2. Sequências de ensino e o uso do TAP para análise dos argumentos de licenciandos de Ciências Biológicas.

Ratz e Motokane (2016) partiram da análise das interações discursivas e da argumentação e sua relação com o ensino de ciências, no processo de formação de professores de ciências e biologia, a partir da aplicação de uma

sequência de ensino investigativa, em que se utilizou a ferramenta de Toulmin para analisar os argumentos. Como resultado do trabalho, consideram que é necessário se ter atenção quanto à condução da sequência didática investigativa, o dado fornecido, material utilizado e os conhecimentos prévios dos alunos. Essas considerações dão alusão ao trabalho feito por Dawson e Venville (2010) no âmbito do ensino de Biologia.

Segundo os autores, é necessária uma diferenciação entre dados gerais e específicos, para se perceber a complexidade do suporte teórico. Porém, mesmo argumentos mais simples poderão ser de difícil construção se aqueles que participam não estiverem habituados com as Sequências Didáticas Investigativas.

Perez *et al.* (2011) analisaram a estrutura e consistência dos argumentos de alunos do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas quando instigados a defender determinado ponto de vista sobre dois temas polêmicos: “Mercado de Carbono” e “Experimentação Animal”. A pesquisa perpassou por três momentos: no primeiro foi aplicado um questionário para coleta dos dados prévios dos estudantes acerca das questões propostas; no segundo momento houve um debate onde os estudantes se posicionavam contra ou a favor dos temas, sendo este gravado; e, no terceiro momento, foi aplicado um questionário para investigar a opinião do aluno quanto à manutenção ou não de seu posicionamento sobre o assunto debatido e sobre a atividade desenvolvida.

As respostas obtidas por meio da aplicação do questionário foram analisadas considerando o TAP, para verificação da estrutura argumentativa e para a análise da qualidade dos argumentos foi adotada a metodologia proposta por Erduran *et al.* (2004) e por Sá e Queiroz (2007). As autoras acreditam que a atividade proposta é considerada válida por aguçar a capacidade argumentativa dos alunos, apesar dos dados apresentados quando questionados não terem cunho científico. Ainda deixam como sugestão o desenvolvimento de atividades que contenham textos de natureza científica, direcionando mais à busca de informações visando não só a construção de argumentos mais consistentes, mas também a facilitação no uso de diferentes tipos de argumentos.

Dessa forma, o estudante poderá se armar de ferramentas teóricas para convencer o outro, para examinar alternativas, de conclusão e hipóteses para

buscar solução para um problema e até para chegar a um consenso. Assim, o estudante estará vivenciando atividades envolvendo proposição e discussão de ideias, ou seja, estará fazendo Ciência (Perez *et al.* 2011).

Categoria 3. Atividades interpretativas e o uso da análise do conteúdo.

O trabalho de Almeida, Galvão e Figueredo (2012), constituiu-se em uma pesquisa de cunho interpretativo que teve por objeto os manuais escolares de Biologia e Geologia, submetidos a análise do conteúdo proposta por Bardin (1977), com o objetivo de verificar como os manuais adotados na escola promovem o desenvolvimento de competências de argumentação científica nos alunos.

Para a análise dos conteúdos dos manuais de Biologia que tinham como temas reprodução, crescimento e renovação celular, evolução biológica e sistemática dos seres vivos, os autores denotaram categorizações para verificar o desenvolvimento da argumentação. Entre tais categorias destacam-se: (1) tarefas de papel e lápis, sempre que se exige dos alunos a produção, escrita ou oral, de respostas a questões relacionadas com a análise de textos informativos, tabelas, figuras, esquemas ou fotografias; (2) tarefas laboratoriais quando envolvem a manipulação de materiais de laboratório ou outros; (3) tarefas de pesquisa, sempre que os alunos são orientados para uma atividade de consulta bibliográfica, em diferentes fontes de informação, e para a elaboração de um trabalho de divulgação; (4) jogo de simulação, sempre que é apresentada uma situação problemática ou uma questão que remete os alunos para um contexto de role-playing (jogo de papéis) e (5) CTSA, sempre que é apresentada uma situação, através de um texto, que procura explorar as relações entre a ciência, a tecnologia, a sociedade e o ambiente.

Os autores salientam que as tarefas propostas pelos manuais, independentemente das suas categorizações, apresentam maioritariamente, questões de resposta fechada. Este tipo de questões que orienta os alunos na procura da resposta “certa” e “única” é um constrangimento ao desenvolvimento de capacidades de pensamento de nível elevado e constitui-se, também, como

um elemento limitador do desenvolvimento de competências de argumentação científica.

Categoria 4. Linguagem no ensino de Biologia como foco na argumentação

Para tratar da linguagem e Ensino de Biologia, com foco na argumentação, Salomão (2014) trazem episódios de uma aula sobre evolução. Os dados foram analisados utilizando-se a ferramenta analítica proposta por Boulter e Gilbert (1995) e elementos da concepção de linguagem do Círculo de Bakhtin. Os resultados mostram que as aulas de Biologia na perspectiva argumentativa dialógica e a mobilização de outros saberes da experiência docente são capazes de proporcionar condições satisfatórias para o processo de aprendizagem e construção de argumentos pelos alunos.

3. Algumas considerações após análises das revistas

O estudo aqui apresentado revela que entre 2010 e 2018 apenas 10 trabalhos foram publicados direcionando a argumentação ao ensino de Biologia, sendo que entre os anos de 2014-2017, ocorreu a publicação de um maior número de trabalhos (dois por ano). Após averiguar os trabalhos apresentados, nota-se que apesar das dificuldades relacionadas às especificidades dessa área do conhecimento científico, a promoção de atividades investigativas possibilita a integração de objetivos conceituais e epistêmicos, evidenciando a natureza do conhecimento biológico.

Investigações concernentes à área da Biologia são reportadas com menos frequência quanto ao uso de atividades que fomentam a argumentação, de acordo com o trabalho publicado por Sá e Queiroz (2011), enquanto o nível de escolaridade privilegiado é o Ensino Médio frente ao ensino superior e seus processos formativos.

Em relação aos focos temáticos, percebe-se que a maioria dos trabalhos apresentados se concentram no contexto da sala de aula, com desenvolvimento de estratégias promotoras da argumentação a partir de sequências de ensino

investigativas. Quando a argumentação é instaurada, o Padrão do Argumento de Toulmin é a ferramenta metodológica mais utilizada, para averiguação da construção e qualidade dos argumentos produzidos pelos estudantes.

Cabe destacar que a inserção de atividades que favorecem a argumentação é de suma importância nos currículos do ensino Biologia. Mas o que se percebe é uma escassez de trabalhos que remetem a questões dessa natureza. É necessário também, a *promoção e elaboração de modelos e adaptações* para a análise dos argumentos, assim como atividades que direcionem os alunos à construção de habilidades que os permitam argumentar, investigar, participar.

Neste sentido, após a discussão deste capítulo e considerando nossa escolha de pesquisa, verificaremos como a promoção da argumentação em aulas de Biologia fomenta a construção do conhecimento científico. A fim de contribuirmos com este debate, consideramos importante elaborar, aplicar e analisar uma sequência de ensino investigativa, em aulas de Biologia para que alunos do ensino médio construam habilidades que os auxiliem no desenvolvimento da aprendizagem e das principais características do pensamento científico.

CAPÍTULO 3. ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA, AULAS DE BIOLOGIA E SEQUÊNCIAS DE ENSINO INVESTIGATIVAS

As reformulações dos currículos escolares deram ênfase para o papel que a Ciência assume na sociedade, enfatizando que o conhecimento de fatos e conceitos se faz necessário. Mas deve se prezar o ensino da natureza da ciência, através do ensino por investigação a fim de favorecer a ideia de alfabetização científica, para não somente formar cientistas, mas para fornecer subsídios que auxiliem os alunos a compreender e discutir os significados científicos.

Uma forma de possibilitar aos alunos uma educação que estimule seu senso crítico e de leitura do mundo, é o ensino de Biologia guiado pelos princípios da Alfabetização Científica (AC), que visa a construção de benefícios práticos para as pessoas, a sociedade e o meio ambiente, a partir da socialização do conhecimento científico de maneira crítica para a população (Secretaria de Educação Básica, 2008).

A AC pode ser entendida como a correlação dos fenômenos naturais e cotidianos dos indivíduos com seu conhecimento científico, buscando, a partir dessa conexão, melhorar a relação com o mundo em que vivem. Partindo desse entendimento, a AC não deve ser trabalhada apenas no ensino superior, etapa na qual os indivíduos já estão com parte de suas concepções científicas enraizadas (ANDRADE, ABÍLIO, 2018). É necessário que no ensino médio e fundamental as ideias de alfabetização científica sejam trabalhadas, a fim de se constituir o *locus* para sua realização, e que os alunos desenvolvam habilidades que favoreçam um olhar crítico sobre a relação da Ciência como parte da sua cultura.

A Alfabetização Científica é vista por inúmeros estudiosos como um conceito complexo, por possuir diversos vieses que devem ser observados para que seja compreendida e vislumbrada em diversas situações e ocasiões, para assim os alunos adquirirem habilidades.

A Alfabetização Científica não é uma habilidade, mas um conjunto delas; é uma atitude, uma maneira de se posicionar em sociedade com respeito a

situações que envolvam as ciências. Por isso mesmo, a alfabetização científica não pode ser alcançada apenas por meio do ensino de conceitos científicos, ainda que eles sejam muito importantes para a mesma (SCARPA, SASSERON, SILVA, 2017, p.12).

Para o presente trabalho, a apropriação dessas habilidades por parte dos alunos os auxiliarão na compreensão de como a ciência opera por meio de uma linguagem, de caráter particular, e práticas discursivas específicas. Assim, a Alfabetização Científica na sala de aula fomenta o desenvolvimento de uma nova linguagem, fazendo com que a ciência não seja percebida somente no contexto da natureza, mas como algo que leva a uma explicação da natureza (CARVALHO, 2013).

O ensino não deve se restringir à aprendizagem de vocabulários, informações ou fatos vinculados à ciência. O que se precisa é um ensino que trabalhe entre os alunos habilidades referentes aos processos pelos quais se constrói o conhecimento científico, concebendo assim, um ensino capaz de fazer com que os alunos vislumbrem as relações existentes entre os conhecimentos sistematizados pela escola e os assuntos com os quais se defrontam no dia a dia (SASSERON, CARVALHO, 2011, p.73).

Nesse sentido, é preciso que os professores de Biologia entendam que o ensino nessa área tem como uma de suas principais funções a formação do cidadão cientificamente alfabetizado, que seja capaz, não só de identificar o vocabulário da ciência, mas também de compreender conceitos e utilizá-los em situações diferenciadas da vida (SECRETARIA DE EDUCAÇÃO BÁSICA, 2008; 2013; KRASILCHIK, MARANDINO, 2007).

O que se propõe, é que nas aulas de Biologia os professores, conduzam os alunos ao trabalho científico, através de um ambiente investigativo, de forma que amplie assim sua cultura científica, para a aquisição da linguagem científica.

Entretanto, é notória a dificuldade de se concretizar aulas de Biologia com os objetivos almejados pela alfabetização científica, devido a poucas iniciativas que contemplem os conteúdos da disciplina, tornando o ensino pouco relevante, trazendo apenas abstrações, excessivas fazendo com que

o ensino seja puramente conceitual, enciclopédico, de cultura de almanaque. Nessa visão são adicionados cada vez mais conteúdos ao currículo, como se o conhecimento isolado por si só fosse a condição de preparar os estudantes para a vida social (SANTOS, 2007,p. 4).

Uma das alternativas que deve ser repensada é a ação do professor como propulsor de oportunidades, fazendo com que o aluno desenvolva habilidades voltadas ao processo investigativo, apresentando problemas que não possuem soluções evidentes, mesmo o aluno possuindo conhecimentos prévios sobre o tema, prezando assim ações que permitam a compreensão e resolução de problemas através do: fazer e compreender.

Estas ações fazem parte do processo investigativo, permitindo que os estudantes resolvam o problema e compreendam como o mesmo foi realizado, bem como prever o que pode surgir em decorrência do método utilizado. Assim a investigação parte da explicitação e de um problema proposto. Cabe destacar que, nas aulas de Ciências e Biologia, o aluno não deve se portar como um cientista, pois sua idade e maturidade não permitem tal condição. O que se propõe é que a sala de aula transforme-se em um ambiente investigativo , de tal forma que se possa ensinar (conduzir/mediar) os alunos no processo (simplificado) do trabalho científico para que possam gradativamente ir ampliando sua cultura científica, adquirindo, aula a aula, a linguagem científica (SASSERON, CARVALHO, 2008).

Neste contexto, se propõe o uso de Sequências de Ensino Investigativas (SEI) para promoção de atividades que tem como objetivo a coleta de dados através de investigações, pois a partir destas o professor planeja suas aulas, e cria condições favoráveis para que os alunos adquiram conhecimento científico, estimulando assim o diálogo entre pesquisa e sala de aula.

Para Carvalho (2013) as sequências didáticas de caráter investigativo, são atividades (aulas) que conduzem/ mediam os alunos no processo do trabalho científico, para que gradativamente a cultura científica deles seja ampliada, para a aquisição da linguagem científica.

O propósito de uma SEI no ensino de Biologia é apresentar uma situação problematizadora e, a partir dela criar um ambiente propício para que o aluno (s) construa (m) seu conhecimento (LETTA, 2014). A participação do aluno em uma sequência de ensino o estimula a expor seus conhecimentos prévios adquiridos ao longo das experiências vividas que possuem uma linguagem não-formal, ou seja, cotidiana e, passam a incorporar no decorrer desta uma linguagem de cunho científico, devido a aquisição de conhecimentos os quais possuem um vocabulário específico, favorecendo assim sua alfabetização científica.

A Sequência de Ensino Investigativa fundamenta-se em um conjunto de atividades que abordam um conteúdo científico e suas relações. Essas atividades devem ser iniciadas por um problema, seja de cunho experimental ou teórico, de maneira contextualizada para que os alunos pensem e trabalhem.

Para a resolução do problema é necessária uma sistematização do conhecimento, e isto pode ser feito por meio de leitura de textos, por exemplo, escritos pelos alunos fomentando discussões que auxiliam na elaboração de novas conclusões. Outra forma de sistematização do conhecimento pode ocorrer quando se mescla o conhecimento cotidiano do aluno e o conhecimento científico, pois essa contextualização garante as interações nas atividades tanto de aluno/aluno como aluno/professor, permeando assim a construção de diálogos que fomentam a argumentação.

Cabe ressaltar aqui que o ensino por investigação não é sinônimo de experimentação. A realização de experimentos e o uso de laboratório são estratégias importantes no ensino de ciências, mas não são as únicas nem as mais necessárias para a realização de atividades investigativas. A coleta de dados e informações para responder a questões de pesquisa pode ser realizada por meio de diferentes estratégias didáticas: observações, comparações entre fenômenos, livros, internet, filmes, jogos, simulações, etc. O importante é contextualizar a situação de pesquisa para que questões possam ser efetivamente respondidas por meio da construção conjunta de explicações sustentadas em evidências coletadas de diversas fontes (MANTOVANI et al., 2016)

Carvalho (2013) traz em seu trabalho a diferenciação entre as atividades investigativas de cunho experimental e não experimental. Para atividades de cunho experimental, o material didático proposto para a resolução do problema experimental precisa ser organizado para que os alunos possam revê-lo, despertando assim a atenção deles. O problema não pode ser uma questão qualquer, deve ser bem planejado para que todas as características apontadas nos referenciais teóricos sejam visualizadas. É com base nos conhecimentos anteriores e da manipulação do material escolhido que os alunos vão levantar suas hipóteses e testá-las para resolver o problema. Para isso, professor e alunos devem gerenciar as interações didáticas, que se fundamentam em: a) etapa de distribuição do material experimental e proposição do problema pelo professor; b) etapa de resolução do problema pelos alunos; c) etapa de sistematização dos conhecimentos elaborados nos grupos; d) etapa da escrita e de desenho.

Quanto aos problemas não experimentais, a autora ressalta que esses são utilizados com maior frequência na composição das SEIs, como atividade complementar para a introdução de novos conhecimentos que dão sustentação ao planejamento curricular. Assim, o professor pode trabalhar com dados experimentais de outras áreas ou obtidos pelos alunos, através de grupos menores, com sistematização do conhecimento e mediação, já que esses problemas são vistos como de mais difícil resolução.

Na literatura existem diversas indicações de pesquisas pautadas em ações que orientam o professor para o planejamento de atividades e sequências didáticas de cunho investigativo. Pedaste *et al.* (2015) realizaram uma revisão de literatura, com o objetivo de identificar elementos essenciais no ensino por investigação. De acordo com os autores, o ensino por investigação é uma atividade baseada em um ciclo, composto por etapas conectadas, que orientam os alunos para o desenvolvimento da aprendizagem e as principais características do pensamento científico.

A aprendizagem no ciclo investigativo fomenta estratégias pelas quais os alunos seguem métodos e práticas semelhantes ao cientista, a fim de construir o conhecimento. Assim, o ciclo auxilia o professor a perceber quais adaptações

são necessárias ao longo do desenvolvimento das atividades investigativas, contribuindo assim para uma melhor aprendizagem dos alunos.

As fases do ciclo investigativo de Pedaste *et al.* (2015) estão estruturadas em: *orientação, conceitualização, investigação, conclusão/discussão* (ver Figura 5).

- a) **ORIENTAÇÃO**: nesta fase um problema é proposto pelo professor, e por meio da curiosidade do aluno, ocorre estimulação para se pensar na questão. Essa fase está atrelada ao levantamento das concepções prévias dos alunos.
- b) **CONCEITUALIZAÇÃO**: consiste no processo de compreensão do conceito pertencente ao problema. Aqui duas subfases são elencadas: questionamentos (formulação de questões instigadas) e hipótese (formulação de conceitos), sendo que estas se baseiam em justificativas teóricas variáveis.
- c) **INVESTIGAÇÃO**: a curiosidade do aluno é transformada em ação para que as questões sejam respondidas. Possui três subfases: exploração (questão da pesquisa), experimentação (projeta e conduz a um experimento), dados (criação de novos significados a partir dos dados coletados).
- d) **CONCLUSÃO**: os alunos apresentam suas questões/hipóteses através da comunicação e reflexão.

O interessante do ciclo investigativo proposto por Pedaste *et al.* (2015) é que todas as fases se conectam, mas não há uma linearidade. A elaboração de questões pode ser seguida por uma fase exploratória que gere outras questões ou que ajude a refinar uma questão que agora poder ser respondida por meio de um teste de hipótese. As conclusões elaboradas podem levar a novos questionamentos que podem ser explorados por novos ciclos investigativos. Isso mostra que não há uma receita única de passos a serem seguidos, mas que há etapas que, se contempladas em sala de aula, colocam o aluno no centro do processo de ensino e aprendizagem e de construção de conhecimento (MANTOVANI *et al.*, 2016).

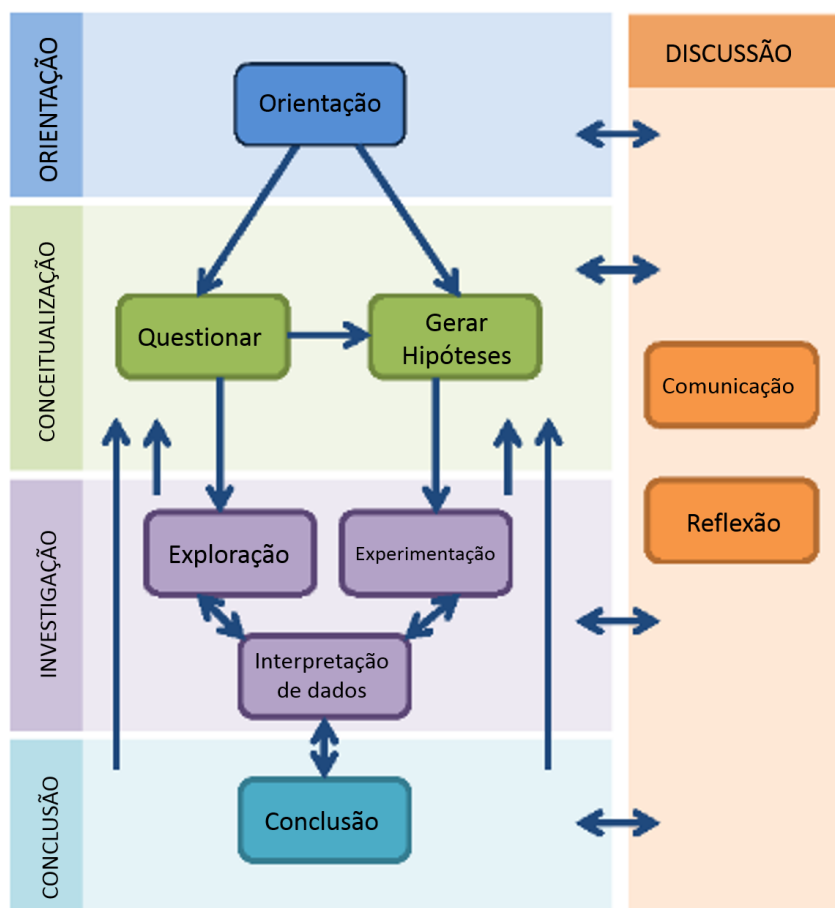


Figura 05. Fases e subfases do ensino por investigação segundo Pedaste *et al.* (2015)

Podemos inferir que o modelo de aprendizagem baseado na investigação proposto por Pedaste *et al.* (2015) desafia professores e alunos na construção do conhecimento, já que se mostra como um processo contínuo e dinâmico na aprimoração da aprendizagem do saber científico, valorizando a participação ativa dos alunos.

O ensino por investigação é diferenciado das demais metodologias tradicionais, por sempre apresentar problemas que os alunos devem resolver por meio de atividades que proporcionam reflexão, experimentação e comunicação dos resultados (ZOMPERO, LABURÚ, 2016).

CAPÍTULO 4. CAMINHOS PARA O DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA: MARCO METODOLÓGICO

Considerando o referencial teórico adotado na pesquisa, apresentamos neste capítulo a discussão sobre a metodologia empregada, assim como os objetivos e questão norteadora. Nas próximas páginas serão elucidados todos os caminhos para o desenvolvimento da pesquisa.

4.1. NATUREZA DO ESTUDO

Nesta pesquisa foi feito o uso da abordagem qualitativa. A abordagem qualitativa nada mais é que uma atividade que localiza o observador no mundo, através de um conjunto de práticas interpretativas e materiais. Por ser uma abordagem que lida com sujeitos, a pesquisa qualitativa busca perceber o universo dos significados, as motivações, os valores e crenças, criando assim espaço profundo das relações, dos processos e dos fenômenos que não podem ser reduzidos a quantificações (MINAYO, 2001).

Segundo Denzin e Lincoln (2000, apud FLICK, 2009, p.16):

A investigação qualitativa é uma atividade situada que localiza o observador no mundo. Consiste em uma série de práticas interpretativas que tornam o mundo visível (...). Os investigadores qualitativos estudam as coisas no seu contexto natural, tratando de entender ou interpretar fenômenos em termos dos significados que lhes atribuem as pessoas (p. 3).

Apesar da caracterização da pesquisa como predominantemente qualitativa, não desconsideramos análises e dados quantitativos, por acreditarmos que os mesmos auxiliam de forma complementar a descrição do objeto da pesquisa e as relações entre as variáveis.

Como a construção do conhecimento é o fenômeno de interesse, não se pode desconsiderar as variáveis relacionadas à sua ocorrência: as concepções prévias dos participantes, as competências e habilidades para a construção do conhecimento, as atividades propostas, assim como os aspectos sociais e

organizacionais de uma situação investigada (um diálogo, uma aula, um trabalho em grupo). Assim, ao estudar um processo que não pode ser separado de seu contexto real, mas ao contrário, que só faz sentido à luz da compreensão e descrição detalhada desse contexto, os estudos de caso constituem uma metodologia necessária (YIN, 2003).

Assim a pesquisa caracteriza-se como estudo de caso, já que o foco de interesse da análise prioriza o processo de elaboração de significados em sala de aula, antes que o produto. Os pontos principais que enquadram nossa pesquisa como estudo de caso são: a sequência de ensino investigativa sobre vacinas intitulada: “ O uso da vacina deve ser opcional?”; os turnos de fala; os registros escritos pelos alunos nas aulas de Biologia.

4.2. CAMPO E SUJEITOS DA PESQUISA

A pesquisa foi realizada no Colégio de Aplicação (CODAP), da Universidade Federal de Sergipe, localizado na Avenida Marechal Rondon, s/n, bairro Rosa Elze, no município de São Cristóvão. O Colégio de Aplicação foi criado em 30 de junho de 1959, sendo denominado na época Ginásio de Aplicação (G.A.), pertencendo à Faculdade de Filosofia de Sergipe, com o objetivo de servir como campo de estágio de tal Faculdade. Somente em 1981, o colégio foi transferido para o campus da Universidade Federal de Sergipe (UFS), constituindo-se além de campo de estágio, ambiente para o desenvolvimento de atividades de pesquisa e extensão.

Atualmente, o CODAP funciona regularmente, oferecendo Ensino Fundamental II (6º ao 9º ano) e Ensino Médio (1º ao 3º ano). Em acordo com o tripé em que se fundamentam as universidades, além de atividades de ensino, o colégio desenvolve também vários projetos de pesquisa e extensão envolvendo, sobretudo, alunos de iniciação científica júnior (IC. Jr.).

A atividade investigativa foi aplicada pela professora/pesquisadora aos alunos de uma turma de 1º ano do Ensino Médio deste colégio, sendo desenvolvida ao longo de sete aulas, divididas em quatro encontros, os quais

ocorreram nas aulas de Biologia, que foram cedidas pelo docente responsável pela disciplina.

No primeiro encontro, os alunos receberam um termo de consentimento livre e esclarecido de participação na pesquisa (segue anexo), o qual foi assinado pelos pais ou responsáveis. No termo, foi solicitado que o responsável concordasse com a participação do aluno na pesquisa e com os métodos utilizados para coleta de dados, neste caso: os questionários e gravações em vídeo, ressaltando que mesmo com a ocorrência de gravações em vídeo, a identidade do aluno seria preservada.

A validação da sequência de ensino investigativa utilizada na pesquisa ocorreu por meio das discussões realizadas com um grupo de professores que fizeram parte de um curso de aperfeiçoamento intitulado: “Argumentação e atividades investigativas no ensino de ciências”.

4.3. ELABORAÇÃO DA SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA

Delimitando o saber acadêmico utilizado na sequência de ensino, duas áreas foram envolvidas: ensino de biologia e imunologia. Com relação ao ensino de biologia, o foco esteve voltado para o processo de alfabetização científica, já que o ensino por investigação proporciona aos estudantes o desenvolvimento de capacidades cognitivas.

Esse processo de alfabetização científica esteve ancorado aos seus três eixos: (a) a compreensão básica de termos e conceitos científicos, retratando a importância de que os conteúdos curriculares próprios das ciências sejam debatidos na perspectiva de possibilitar o entendimento conceitual; (b) a compreensão da natureza da ciência e dos fatores que influenciam sua prática, deflagrando a importância de que o fazer científico também ocupa espaço nas aulas dos mais variados modos, desde as próprias estratégias didáticas adotadas, privilegiando a investigação em aula, passando pela apresentação e pela discussão de episódios da história das ciências que ilustrem as diferentes influências presentes no momento de proposição de um novo conhecimento; e (c) o entendimento das relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente,

permitindo uma visão mais completa e atualizada da ciência, vislumbrando relações que impactam a produção de conhecimento e são por ela impactadas, desvelando, uma vez mais, a complexidade existente nas relações que envolvem o homem e a natureza (SASSERON, 2015).

Cabe assim, ao professor mediar os discursos na sala de aula entre o conhecimento comum e o conhecimento científico, orientando os alunos a buscar informações científicas, analisá-las, problematizá-las, levantar hipótese e construir conhecimento crítico e reflexivo.

Já com relação a imunologia, o foco foi no tema escolhido para a sequência: “vacinas”, devido sua relevância e controvérsia na sociedade, característica que garante sua abordagem nos processos educativos.

Quando analisados conteúdos de livros didáticos de Biologia para o ensino médio, percebe-se que o conceito de vacina é tratado apenas como método de prevenção de doenças. Supostamente, devido a fragmentação do conteúdo de sistema imunológico nos livros didáticos, o tema está relacionado às doenças infecciosas.

Os livros também não trazem questões e atividades propostas aos alunos envolvendo o conceito de vacina, assim como não exploram esse tema em seu potencial para estimular práticas científicas. Dessa forma, após a revisão de alguns livros de biologia, foi elaborada a sequência de ensino investigativa (ver Anexo 2) com o intuito de aproximar os alunos a temas relacionados a saúde, não prezando apenas conteúdos conceituais, mas aspectos relacionados a percepção da Natureza da Ciência, considerando-se as práticas epistêmicas e discursivas relacionadas ao fazer científico.

Como já mencionado, o título escolhido para a sequência investigativa foi: “O uso de vacinas deve ser opcional?”, tendo como objetivo geral fomentar a construção de conhecimentos relacionados à composição, ao uso e histórico das vacinas nas aulas de Biologia.

O problema da sequência está centrado num movimento didático para que os alunos reflitam sobre os argumentos de grupos que são contra a vacinação obrigatória, para que a partir dos diálogos os alunos tenham um olhar crítico sobre a importância das vacinas para a humanidade e o professor os encoraje a adesão das vacinas. Então, o que se pretende é trazer para as aulas uma

discussão que já está instaurada na sociedade, a fim de que os alunos percebam a importância da ciência que produz as vacinas.

As aulas da aplicação da SEI, foram divididas em encontros que buscavam explicar:

- a) ENCONTRO 1: Investigando o conhecimento;
- b) ENCONTRO 2: Entendendo a história da vacina;
- c) ENCONTRO 3: Pasteur e vacinas
- d) ENCONTRO 4: O uso de vacinas deve ser opcional?

Cada um desses encontros foi constituído por aulas (ver Quadro 03) que envolviam os estudantes em sua própria aprendizagem, por meio da aplicação de questões problemas, que necessitavam de investigação, algumas interpretações e formulações de hipóteses e, conclusão dos dados, tornando-se assim uma atividade interativa e reflexiva.

ENCONTROS	TOTAL DE AULAS	DATAS
Encontro 1	01	01/11/2018
Encontro 2	02	05/11/2018
Encontro 3	02	12/11/2018
Encontro 4	02	21/11/2018

Quadro 03. Encontros e aulas da SEI. Fonte: Elaboração nossa.

Nas aulas do encontro 1 e 2, os alunos realizaram as atividades do material didático de forma individual e, ao final, as respostas para as questões propostas foram discutidas coletivamente. Já no encontro 3, foram formados grupos. Optamos por esta organização, devido a curiosidade e questionamentos que poderiam surgir ao longo da atividade em grupo. Cabe ressaltar que o montante de alunos era 12 por aula.

Para ilustrar as principais etapas e práticas envolvidas na resolução do problema da sequência de ensino, e consonantes com os pressupostos da

alfabetização científica, foi utilizado o modelo de ciclo investigativo, proposto por Pedaste *et al.* (2015), que favorece a promoção da prática explicativa e argumentativa no contexto da sala de aula.

Para demonstrar novamente as fases e suas subfases do ciclo de Pedaste *et al.* (2015), apresentamos abaixo o Quadro 04 com as definições:

FASES	DEFINIÇÃO	SUBFASES	DEFINIÇÃO
Orientação	Compreende o processo de estimular a curiosidade sobre o tema e abordar um desafio de aprendizagem através da declaração de um problema.	_____	_____
Conceitualização	Formulações de questões e / ou hipóteses baseadas em teorias	Questionamento	Processo de geração de questões com base no problema declarado
		Geração de hipótese	Processo de geração de hipótese com relação ao problema declarado.
Investigação	As hipóteses levantadas, instigam a curiosidade do aluno, transformando em ações para resolver a questão	Exploração	Processo de observação para coleta de dados com base na questão de pesquisa
		Experimentação	Processo de elaboração e realização de um experimento para testar a hipótese
Conclusão	Elaboração de conclusões a partir de dados, comparando inferências com hipóteses ou questões de pesquisa.		
Discussão	Apresenta resultados oriundos de uma fase particular ou de todo ciclo investigativo	Comunicação	Está ligado a comunicação que ocorre entre os diferentes grupos da investigação.
		Reflexão	A ênfase desse processo de descrição, crítica e avaliação se dá entre membros de um mesmo grupo ou no indivíduo internamente.

Quadro 04. Definições do ciclo de Pedaste et al. (2015)

Desse modo, a estrutura da sequência de ensino é apresentada abaixo, sendo importante ressaltar que a atividade não é concebida como uma aula

pronta e estanque, e sim como um roteiro que pressupõe adaptações no decorrer dos encontros tanto com a orientadora quanto das aulas.

O Encontro 1 foi pensado como uma proposta inicial de sondagem e sensibilização dos alunos quanto a temática, ou seja, eles são “chamados” para o contexto e assim deliberam os conceitos que já conhecem acerca do tema. Nesse encontro foi proposta a seguinte atividade: “*Investigando o conhecimento*”, para averiguar as concepções prévias dos alunos, através da aplicação de um questionário composto de perguntas de caráter explicativo e discursivo sobre vacina (Figura 6). Sobre a questão 6, trata-se de uma questão proposta após a explanação de depoimentos de pessoas que eram a favor do processo de vacinação, já que esse processo garantiu que diversas doenças fossem erradicadas e outras controladas e; de relatos de pessoas que não utilizam da vacinação para imunizar seus filhos e sim outras técnicas como a homeopatia, por exemplo.

1. O que você entende por vacina?
2. Você considera a vacinação importante? Justifique.
3. Você já foi vacinado? Cite algumas vacinas que você já tomou indicando que doenças elas combatiam.
4. Você acredita que há inconveniência no uso da vacina? Por quê?
5. O uso de vacinas deve ser opcional? Justifique.
6. Após observação dos depoimentos apresentados, apresente seu ponto de vista.

Figura 6. Questões aplicadas para os estudantes investigados

De acordo com o ciclo de Pedaste *et al.* (2015), essa é a fase de *orientação*, pois os questionamentos propostos, auxiliam o engajamento dos alunos diante do problema, com valorização das suas concepções prévias e desenvolvimento de habilidades.

O encontro 2 foi planejado de forma a mostrar aos alunos como a descoberta da vacina partiu da observação para a experimentação e como esta foi essencial para a erradicação da varíola humana no mundo e posteriormente da descoberta de novas vacinas. Para tanto, foi disponibilizado aos alunos um texto adaptado intitulado: “Entendendo a história da vacina”, o qual remete às ideias e possibilidades que diversos povos, desde a Antiguidade, adquiriram

como forma de combater a principal doença que assolava na época - a varíola - uma doença infectocontagiosa causada por um vírus que pode ser fatal. Essa doença é caracterizada pelo aparecimento de erupções cutâneas na pele, febre e dor de cabeça.

No decorrer do texto, além de se discutir como povos do Egito, Mesopotâmia, Índia e China realizavam procedimentos para minimizar os efeitos dessa doença, é transcrito um dos processos históricos que culminou na produção efetiva da primeira vacina do mundo.

Os alunos nessa atividade são conduzidos a trabalhar as ideias da fase de *conceitualização*. Nessa fase, é explicitado aos alunos como as observações de Edward Jenner foram decisivas para entender como os ordenhadores da época não contraíam a varíola, mostrando que o conhecimento científico é construído a partir da observação e elaboração de perguntas sobre o mundo. Assim, os alunos podem verificar que questões investigativas devem ser propostas e respondidas por meio de um processo que envolve a articulação entre conceitos e hipóteses.

No encontro 3, a curiosidade do aluno é instigada para que se busque a elaboração de explicações para as questões propostas, por meio de um texto que remete os experimentos realizados por Pasteur em seu laboratório com sangue de galinhas contaminadas com cólera aviária. Essa atividade envolve três fases do ciclo de Pedaste *et al.* (2015):

- ✓ *Conceitualização*: os alunos constroem os conceitos envolvidos no problema (o experimento é parecido com o de Jenner). Em seguida, as subfases de questionamento e hipóteses são elencadas, e os alunos são orientados a entender como Pasteur descobriu os agentes causadores da cólera aviária, observando, analisando e descrevendo fatos, para assim chegarem à formação de conceitos e hipóteses.

Exemplo: “ O cultivo das bactérias ocorreu da seguinte forma: O pesquisador colheu sangue de galinhas que morreram de cólera aviária. Após analisar em seu microscópio percebeu que o sangue

apresentava algumas formas cilíndricas e assegurou que estas formas seriam os germes causadores da doença.”

- ✓ *Investigação*: essa fase é explícita nas questões em que os alunos são solicitados a analisar os dados, identificar as hipóteses levantadas por Pasteur e os experimentos realizados, bem como desenvolver práticas epistêmicas, seguindo o curso de uma investigação. Essa fase garante ao aluno a construção do conhecimento e tomada de decisão, pois habilidades de raciocínio lógico são elencadas.

Exemplo: “ Quando Pasteur retornou ao laboratório, colheu o material dos tubos que tinha deixado na bancada e inoculou em algumas galinhas (Grupo 1). Para sua surpresa, as aves do Grupo 1 adoeceram, mas não morreram, como costumava acontecer com as galinhas acometidas pela cólera aviária. Explique o que aconteceu com as aves do Grupo 1, para que elas apenas adoecessem e não morressem ao serem inoculadas com a cultura esquecida (sangue dos tubos de ensaio)? “

- ✓ *Conclusão*: as conclusões sobre o experimento são elaboradas pelos alunos, como forma de responder à questão investigativa envolvida no experimento descrito. Estas são comparadas às hipóteses formuladas na fase de conceitualização.

Ainda no encontro 3, pode ser identificada a subfase de discussão, pois os resultados obtidos são apresentados, as interações dos indivíduos fomentam a aprendizagem e a construção do argumento científico, mostrando que a ciência é uma atividade coletiva.

No encontro 4, os alunos percorrem todas as fases do ciclo investigativo, pois foram apresentados dois vídeos que retomam os conhecimentos desenvolvidos desde a aula inicial. O aluno é *orientado* sobre o que é vacina e, e seus conceitos são aprimorados através da *conceitualização* do tema.

Em seguida, a *investigação* é inserida no contexto da atividade, quando são apresentados dados sobre a porcentagem de adolescentes que tiveram efeitos colaterais ao receberam a vacina do Papiloma Vírus Humano (HPV) e, a história de famílias que não aderem ao processo de vacinação dos seus filhos, por acreditarem em outras práticas de imunização contra doenças. Por fim, é apresentada novamente a questão problema: “ o uso de vacinas deve ser opcional? ”, para que o aluno *conclua* a atividade investigativa.

4.4. COLETA DE DADOS

Os dados foram coletados utilizando dois instrumentos:

- a) Gravação em vídeo: utilizamos essa ferramenta para capturar as interações e argumentações ocorridas durante o desenvolvimento da Sequência de Ensino Investigativa, pois não seria possível por meio de questionários coletar todos os elementos de fala, comportamentos, uso de linguagens verbais e não verbais, assim como o tempo em que estes eventos ocorreram. Como buscamos analisar tanto o processo (argumentação) como o produto (argumento), as gravações em vídeo tornaram-se imprescindíveis. As câmeras utilizadas foram posicionadas em pontos que focalizassem adequadamente as discussões ocorridas (Ver Figura 7). A câmera 01, foi colocada em uma posição fixa, durante todo o desenvolvimento da SEI, sendo conectado um microfone, para focalizar as discussões e interações de um grupo. A câmera 02 era a móvel, pois buscávamos as gravações das discussões e interações gerais, da turma em interação. As gravações que aconteceram na câmera móvel foram auxiliadas por colaboradores da pesquisa.

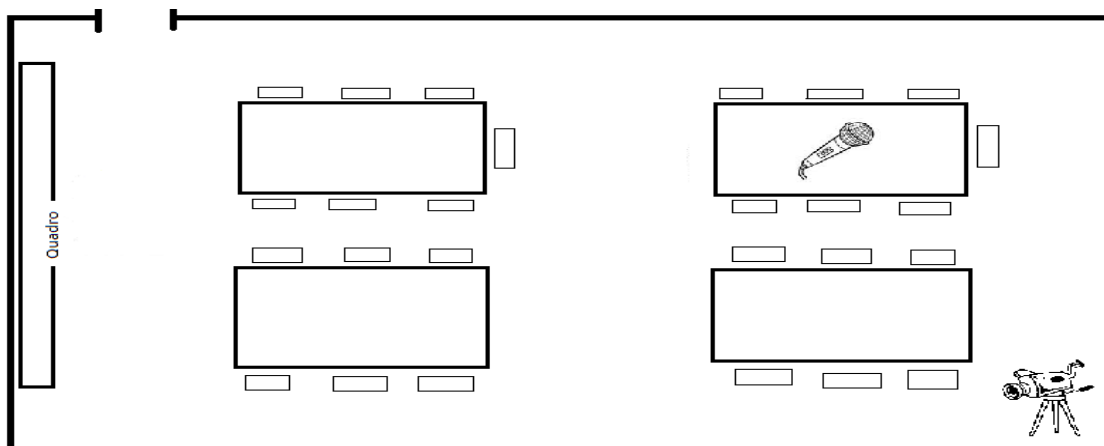


Figura 7. Croqui da sala.

- b) Questionário: por ser uma técnica de investigação composta por um conjunto de questões que são submetidas às pessoas com o propósito de obter informações sobre conhecimentos, crenças, sentimentos, valores, interesses, expectativas (GIL, 2009), a vantagem da sua utilização está ligada a rapidez e praticidade a qual os dados são coletados, além do baixo custo, pouca dificuldade para aplicação e liberdade dos sujeitos para expressar suas opiniões (LIMA, 2012). Assim, os questionários nesta pesquisa fizeram parte do material instrucional, com questões abertas que deliberassem aos alunos uma maior liberdade de resposta.

4.5. ANÁLISE DOS DADOS

Os dados foram coletados por meio das gravações em vídeo e dos questionamentos propostos pela sequência de ensino investigativa. Eles foram armazenados em um computador e transcritos.

Quando transcritas as aulas, elas foram fragmentadas em episódios que passaram por um processo de seleção, já que nem toda a fala traz para a pesquisa dados relevantes para que sejam analisados.

Para a identificação dos argumentos produzidos ao longo da SEI, foram considerados os elementos do modelo de Toulmin (2006), sendo utilizados para as produções escritas das atividades propostas que cabem sua análise.

De acordo com o Modelo de Toulmin (2006), os elementos fundamentais que compõem um argumento são o dado (D), a conclusão (C) e a justificativa (J). É possível apresentar um argumento com apenas estes elementos. Porém, para que um argumento seja completo podem ser acrescentados qualificadores modais (Q), ou seja, especificações das condições necessárias para que uma dada justificativa seja válida. Da mesma forma, é possível especificar em que condições a justificativa não é válida ou suficiente para dar suporte à conclusão. Neste caso, é apresentada uma refutação (R) da justificativa. Além dos elementos já citados, a justificativa, que apresenta um caráter hipotético, pode ser apoiada em uma alegação categórica baseada em uma lei, por exemplo. Trata-se de uma alegação que dá suporte à justificativa, denominada backing (B) ou conhecimento básico. Portanto, B consiste em uma garantia baseada em alguma autoridade, uma lei jurídica ou científica, por exemplo, que fundamenta a justificativa.

CAPÍTULO 5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo, buscamos caracterizar como ocorreu a construção dos argumentos nas aulas de Biologia, considerando os encontros realizados na turma do 1º ano do ensino médio. Para cada etapa da sequência de ensino investigativa, elaboramos questões que fomentassem não somente a construção de argumentos, mas a expressão de ideias e conhecimentos dos alunos sobre o tema vacina e suas compreensões sobre o mundo. Para análise, priorizamos algumas questões, pois como mencionado, nem todas possuíam potencial para a construção de discursos argumentativos, ou seja, algumas questões requeriam apenas um movimento explicativo ou descritivo; todavia, estas não deixaram de ser importantes no contexto da sequência de ensino e, em alguns momentos, foram tomadas para análise, tendo em vista que explicitavam a evolução das ideias dos alunos sobre o tema.

As aulas foram organizadas em encontros e cada um destes apresentou diferentes demandas de aprendizagem, devido às diversas habilidades requeridas aos alunos no processo investigativo. Ao longo da SEI, eles foram solicitados a responderem às questões propostas, de modo a possibilitar, ao final das atividades, a construção de ideias/conhecimentos a partir da experiência. Nesse processo, deve-se considerar, ainda, a atuação da docente/pesquisadora que mediou a construção dos conhecimentos, a fim de contribuir na construção de argumentos cada vez mais elaborados.

ENCONTRO 1. INVESTIGANDO O CONHECIMENTO

Nesse encontro, composto de uma aula (50 minutos), a pesquisadora buscou averiguar as concepções prévias dos alunos sobre o tema, bem como a construção “inicial” de argumentos. Inicialmente, foi aplicado um questionário composto de seis questões e, em seguida, foi desenvolvida uma discussão com toda a turma a fim de explorar os pontos de vista dos alunos.

Esta etapa foi importante para se conhecer a amplitude do conhecimento dos alunos sobre o tema vacina pois, apesar do seu constante destaque na mídia, não sabia-se o valor que este representava no cotidiano deles. Para a análise deste encontro, foram considerados os dados referentes às respostas escritas no questionário e as transcrições das gravações em vídeo.

No Quadro 05, encontram-se apresentadas as atividades e os objetivos de ensino planejados para esta aula.

ENCONTRO I	
Aula (s)	Atividades e objetivos didáticos
01	<p>Atividade 1: Aplicação de questionário e discussão sobre as respostas apresentadas.</p> <p>Objetivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Apresentar a questão problema da sequência de ensino investigativa; ✓ Identificar as concepções prévias dos alunos sobre o tema vacina; ✓ Fomentar a construção inicial de argumentos dos estudantes sobre a problemática introduzida.

Quadro 05. Descrição das atividades do Encontro I e seus respectivos objetivos didáticos.

A aula foi iniciada com a apresentação da pesquisa e uma breve discussão do tema vacina, mas sem intenção de introduzir novas informações, pois não queríamos constranger a exposição das concepções prévias dos alunos, mas explorá-las de modo a possibilitar o nosso conhecimento sobre as mesmas e a reflexão dos alunos sobre seus próprios pontos de vista.

O material didático foi entregue e, antes mesmo que os alunos passassem a responder às questões preliminares, por meio das quais teríamos acesso às suas concepções prévias, pedimos que observassem as imagens expostas na parte introdutória do material didático, as quais remetiam à produção da vacina da febre amarela, em 1943, no Brasil, e refletissem sobre como os métodos de produção das vacinas se modificaram ao longo do tempo.

Nesse momento, o aluno A6 ressaltou que *“hoje para a produção de vacinas necessita do uso de máquinas, ou seja, de tecnologia que substitui o trabalho manual fazendo com que as perdas sejam menores e o risco de contaminação seja baixo”*. Essa afirmação nos chamou atenção para o fato de

que os alunos, certamente, possuíam informações relevantes sobre a temática, como a produção e os riscos que os pesquisadores da época enfrentavam.

Em seguida, os alunos passaram a responder o questionário. As questões propostas não possuíam um gabarito preliminar que subjugasse quais respostas estariam certas ou erradas. Os critérios utilizados para uma posterior análise das repostas apresentadas basearam-se nos seguintes aspectos: os graus de aproximação ou distanciamento das respostas dos alunos em relação àquelas cientificamente corretas; as justificativas pertinentes para a pergunta proposta e quais conceitos científicos os alunos carregavam das séries anteriores.

Cabe salientar que essa aula não teve como objetivo introduzir novos conceitos. Entretanto, foi notório que o diálogo ocorrido ao longo das discussões acerca das questões, com a mediação da docente, gerou respostas com um grau de aperfeiçoamento maior, quando comparadas às respostas escritas.

a) Análise do questionário das concepções prévias dos alunos

Para compreender as concepções prévias dos alunos sobre o tema vacina, foi aplicado um questionário contendo as seguintes questões:

1. O que você entende por vacina?
2. Você considera a vacinação importante? Justifique.
3. Você já foi vacinado? Cite algumas vacinas que você já tomou indicando que doenças elas combatiam.
4. Você acredita que há inconveniência no uso da vacina? Por quê?
5. O uso de vacinas deve ser opcional? Justifique.
6. Após observação dos depoimentos apresentados, apresente seu ponto de vista. (Essa questão é apresentada depois da exposição de dois depoimentos escritos aos alunos. No depoimento 1, é ressaltado como o processo de vacinação é importante na erradicação e controle de doenças, sendo um método seguro e comprovado pela ciência. Já no depoimento 2, é ressaltado como alguns pais decidiram não vacinar seus filhos, por não acreditarem na eficácia da vacina e utilizam de outras práticas como alimentação e hábitos saudáveis para não contrair doenças).

As questões apresentadas possuem caráter que variam entre descritivo, explicativo e argumentativo, os quais correspondem a práticas discursivas complementares, por meio das quais se constrói o conhecimento científico (BERLAND & MCNEILL, 2012). Cabe salientar, todavia, que é necessário

distinguir as duas últimas, para que se estabeleçam habilidades que potencializem o processo de ensino aprendizagem dos alunos em sala de aula, uma vez que a percepção acerca das diferenças entre explicação e argumentação possibilita aos professores planejar e conduzir suas aulas de modo a proporcionar o desenvolvimento das habilidades argumentativas dos alunos, o que envolve, muitas vezes, ir além do movimento explicativo (OSBORNE; PATTERSON, 2011).

Assim, as questões de caráter explicativo solicitam respostas em que descrições de fatos se interligam por uma relação de causa e efeito, sendo que o enunciado da questão não traz em si mesmo uma informação que pode ser questionada. Nesse sentido, novos elementos são trazidos para se explicar causalmente o objeto de estudo. Já as perguntas de caráter argumentativo, solicitam a justificação de uma ideia que o respondente deseja defender, sendo que o enunciado da questão já explicita essa possibilidade. O argumento envolve uma explicação plausível e abrangente.

Quando, por exemplo, pergunta-se “*Por que a vacinação é importante?*”, solicita-se uma explicação. O respondente terá que trazer novas informações (descrições) que estabeleçam uma relação causal (que pode envolver um modelo teórico) com a informação (incontroversa), já explicitada no enunciado da questão, de que a vacinação é importante. Caso a pergunta fosse “*Você considera a vacinação importante? Justifique.*”, o caráter argumentativo passaria a se pronunciar, pois o respondente teria que se posicionar sobre a importância da vacinação (posto que isso não está decidido no enunciado da questão), trazendo ideias que justifiquem seu ponto de vista, ainda que envolvendo uma estrutura explicativa. Mesmo assim, ainda que uma questão solicite a construção de um argumento, isso pode ser minimizado pelo aluno, sobretudo, quando ele considera que tal questão não envolve um tema controverso. Nesse sentido, ele pode responder sumariamente à questão, sem dialogar com as possíveis diferentes opções de resposta, ou investir em enfraquecer pontos de vista contrários.

Apesar de apresentarmos o exemplo acima como uma forma de diferenciar minimamente essas práticas discursivas, a delimitação entre elas,

muitas vezes, não é algo simples, ou mesmo necessário. Todavia, no contexto de nossa pesquisa, trazemos essa ideia no sentido de esclarecermos o fato de não analisarmos determinadas questões com a estrutura de argumento proposta por Toulmin, uma vez que esta não se presta para análise de textos descritivos ou explicativos. Desse modo, questões que solicitavam descrições (Por exemplo: Você já foi vacinado? Cite algumas vacinas que você já tomou indicando que doenças elas combatiam.), explicações (Por exemplo: Como as vacinas atuam no organismo?) e definições (Por exemplo: O que você entende por vacina?), foram analisadas, quando se fez necessário, sem a aplicação do TAP (Padrão do Argumento de Toulmin).

Na questão 1, foi perguntado o que os alunos entendem por vacina. Essa questão não exige uma estrutura argumentativa, apenas requer que os alunos apresentem seus conhecimentos sobre o tema, na perspectiva de uma descrição ou explicação. Verificando as respostas a esta questão, percebemos que vacina é conceituada a partir de quatro categorias, as quais são descritas a seguir:

- 1) Remédio:** remetem à ideia de medicamento/remédio que tem durabilidade e garante proteção para que as pessoas não se contaminem com alguma doença. Dos 12 (doze) alunos, 6 (seis) trazem ideias que se inserem nesta categoria. Observe:

É um remédio duradouro. (Aluno 1)

É um tipo de remédio que a pessoa toma para não se contaminar com alguma doença. (Aluno 2)

É uma substância formulada a partir da proliferação de uma doença “contagiosa”. É utilizada em pessoas para que a doença não seja transmitida, protegendo assim a pessoa. (Aluno 4)

É uma proteção duradoura contra um tipo de vírus prejudicial a saúde. (Aluno 6)

É a aplicação de um medicamento em forma de gota ou pela seringa que cada indivíduo necessita tomar, para não ficar doente. A vacina é aplicada para doenças contagiosas ou

doenças que podem matar aos poucos, como o tétano. (Aluno 10)

É uma espécie de remédio o qual é inserido antes do indivíduo contrair uma doença, com o intuito de precavê-lo e impedir de contrair doenças. (Aluno 11)

Quando os alunos citam vacina como remédio, notamos a especificidade dada à vacina, em que as pessoas têm que ingerir alguma substância para não adoecerem. Isso nos faz perceber também, o conhecimento distorcido quanto ao conceito de remédio e vacina. Remédios são métodos ou cuidados terapêuticos que ajudam a aliviar desconfortos nas pessoas, já vacinas são compostos biológicos que protegem pessoas contra doenças.

- 2) Composto biológico:** remetem à ideia de que a vacina é produzida a partir de vírus e bactérias para o combate de doenças. Dos 12 alunos, apenas um traz esse conceito.

Medicamento composto por bactérias ou vírus que inseridas no sistema biológico agirão como antivírus de outro vírus (maléficos) evitando assim doenças. (Aluno 9)

Nesta resposta, notamos que o aluno apresenta certa apropriação conceitual na construção dos significados, já que o mesmo apresenta a vacina devidamente definida.

- 3) Prevenção:** remetem à ideia de que a vacina é um método eficaz de prevenir doenças. Dos 12 alunos, 3 (três) trazem ideias que se inserem nesta categoria.

É um jeito de evitar alguns tipos de doenças. (Aluno 5)

Um modo de prevenir doenças. (Aluno 7)

É um meio de se prevenir doenças. (Aluno 8)

Nessa categoria notamos que não há um aprimoramento de ideias, apenas a exposição de respostas superficiais, que não aprofundam as ideias dos alunos.

4) Método de imunização: remete à ideia de vacina como método de imunização, apresentando-a como uma forma eficaz de imunizar as pessoas. Dos 12 alunos, apenas um se insere nesta categoria.

Método que serve para imunizar o vírus ali gerado, produzidas em laboratório (Aluno 3).

Aqui o aluno entende que patógenos causam a doença, embora use um termo generalista para definir vacina, já que a sua produção não está ligada somente para imunizar as pessoas contra vírus.

Dentre as quatro categorias apresentadas notamos que na categoria 1, a vacina é apresentada com erros conceituais, já que remédio, medicamento e vacinas possuem definições específicas e diferenciadas. Na categoria 2, o conceito elaborado está mais próximo das concepções científicas que definem vacinas como compostos biológicos, contendo vírus e bactérias que ativam o sistema imunológico, criando anticorpos para o combate de doenças. Nas categorias 3 e 4, não há um erro conceitual propriamente dito, mas sim uma troca de informações, pois é tratada a funcionalidade da vacina.

Na questão 2, quando perguntamos “*Você considera a vacinação importante? Justifique*”. Notamos que todos os alunos a consideram como uma prática importante, já que a mesma auxilia na não vulnerabilidade da sociedade em relação às doenças. Observem algumas das repostas:

Sim, pois sem a vacina a pessoa se torna vulnerável a doenças. (Aluno 5)

Sim, a vacinação com certeza é parte importante na vida dos seres humanos pois combate e previne doenças letais. (Aluno 8)

Sim, pois é importante para imunizar certas doenças. (Aluno 12)

Cabe destacar também que as respostas movimentaram o processo de aprendizagem no sentido de tornar os alunos conscientes sobre as práticas dos grupos antivacinas e, assim trazer um embate que envolvesse essa controvérsia.

As questões 4 e 5, por apresentarem um caráter argumentativo mais pronunciado que as demais, quando analisadas possibilitaram a percepção e compreensão do nível de elaboração dos argumentos dos alunos, tendo em vista as repostas escritas e orais apresentadas. As repostas orais aparecem no momento em que a docente instiga os alunos a responderem aos questionamentos propostos em tais questões, interagindo com os grupos e individualmente. Isso fez com que os alunos trouxessem informações de sua vivência de modo a defender suas “crenças”, justificando mais enfaticamente seus pontos de vista do que por meio das respostas escritas.

Para averiguarmos os argumentos constituintes dos textos dos alunos, utilizamos o Padrão do Argumento de Toulmin (TAP), identificando os elementos deste modelo que apareceram nas respostas apresentadas.

Na questão 4 perguntamos:

“Você acredita que há inconveniência no uso da vacina? Por quê?”.

Quando analisados os dados em relação ao conteúdo, verificamos que, dos 12 alunos que responderam tal questão, 10 (83%) consideraram que não há inconveniência para o uso da vacina, já que a mesma é responsável pela diminuição e erradicação de doença e sua eficácia é comprovada pelos diversos experimentos que são feitos antes da sua distribuição à população.

Apenas 2 (dois) alunos (17%) apresentaram respostas contrárias aos demais, pois acreditam que os efeitos colaterais podem colocar em xeque a vida das pessoas.

Em relação aos tipos de argumentos obtidos, foram verificados três tipos de estruturas que foram separadas em grupos, de acordo com as suas semelhanças. Observe o quadro 06 abaixo que detalha as características de cada grupo.

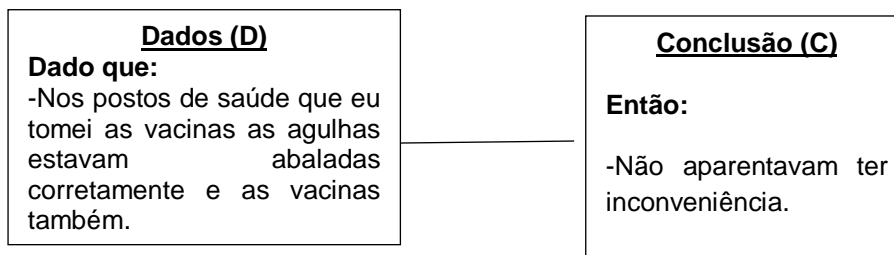
GRUPOS	ELEMENTOS	ARGUMENTOS	PORCENTAGEM
Grupo 01	Dado + Conclusão	A2, A3, A4, A6, A9, A11	50%

Grupo 02	Dado + Conclusão + Refutador	A10, A12	16%
Grupo 03	Conclusão	A1, A5, A7, A8	34%
		Total	12 argumentos
			100%

Quadro 06. Estruturas de argumentos apresentadas na questão 4 pelos alunos e organizadas em grupos.

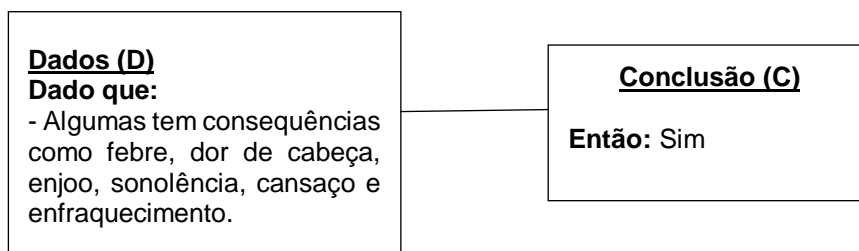
No **Grupo 01** encontram-se os argumentos que apresentaram os seguintes elementos: dado e conclusão. Tal grupo compõe-se de 05 alunos (A2, A3, A4, A6, A9, A11). As conclusões apresentadas nos argumentos desse grupo se mostraram divergentes, já que 4 (quatro) alunos não acreditam haver inconveniência no uso da vacina e, 2 (dois) acreditam ter. Em linhas gerais, os argumentos se assemelham na estrutura, mas diferem em alguns aspectos no conteúdo. Vejamos os exemplos a seguir:

A2. *Nos postos de saúde que eu tomei as vacinas não aparentavam ter inconveniência, pois as agulhas estavam abaladas corretamente e as vacinas também.*



Podemos verificar que no argumento A2, que o dado empírico expressa a não inconveniência no uso da vacina. Esse dado garante que o sujeito expresse a sua conclusão.

A9. *Sim, porque algumas tem consequências como febre, dor de cabeça, enjoo, sonolência, cansaço e enfraquecimento.*

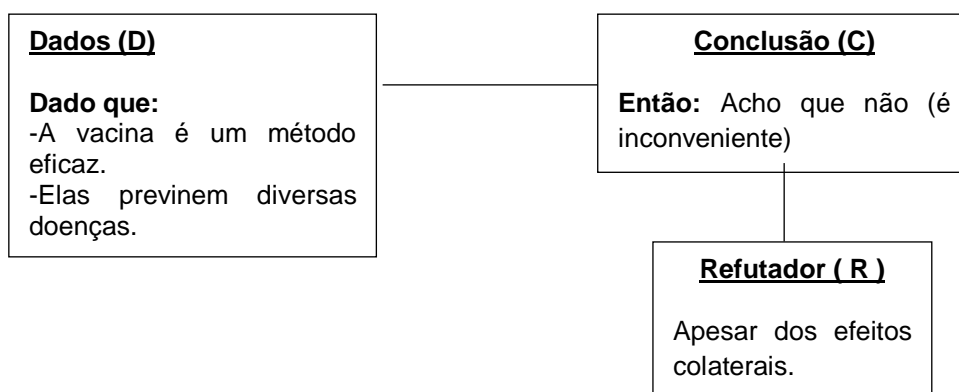


Podemos verificar que, neste argumento A9, o dado teórico expressa a inconveniência do uso da vacina, devido os efeitos colaterais que ocorrem após a administração no ser humano. Esse dado dá suporte ao sujeito para que expresse sua conclusão. Logo, esse grupo caracteriza seu argumento apenas com dado e conclusão.

Nos dados, observamos que se enfatiza o processo de higienização e não contaminação do material, assim como as consequências após a administração da vacina. Apesar desse grupo apresentar somente dado e conclusão, notamos que os argumentos foram criados a partir de experiências cotidianas e não conhecimentos teóricos. Logo, podemos enfatizar que o **Grupo 01** apresenta consistência nos seus argumentos, mas a exposição dos conteúdos de biologia e imunologia é superficial para expor suas ideias sobre a inconveniência ou não do uso da vacina.

No **Grupo 02** encontram-se dois argumentos (A10, A12) que apresentam os seguintes elementos: dado, conclusão e refutador. Vejamos:

A10. *Acho que não, a vacina é um método eficaz na minha opinião, alguns são os efeitos colaterais mais irão prevenir a doença.*



No argumento A10, verifica-se que os dados teóricos expressam a utilidade e função da vacina. A partir desses dados, o sujeito apresenta sua conclusão, considerando que não há inconveniência no uso da vacina. Todavia, apesar da não inconveniência, a vacina promove efeitos colaterais em alguns indivíduos. Nesse argumento contempla-se, em certo nível, a controvérsia da questão problema. E isso é notório quando o aluno apresenta no seu argumento o

refutador, como forma de contra argumentar, colocando limite na conclusão apresentada, ou seja, o uso da vacina não é inconveniente já que ocorre melhoria de vida, mas as implicações na sua administração são notáveis.

O **Grupo 03**, é representado pelos quatro alunos (A1, A5, A7, A8) que apresentaram sua opinião acerca da inconveniência ou não do uso da vacina, apenas com conclusões. Essa característica faz com que as respostas elaboradas sejam descritas como superficiais e não se enquadram como um argumento propriamente dito.

A7. *Não, porque só faz bem.*

Conclusão (C)

Então:

- Não, porque só faz bem.

A diferença entre os argumentos dos grupos 1 e 2 possui certa relevância. Vejamos que no **Grupo 01**, o argumento é apresentado apenas com dado e conclusão, o que o torna frágil. Acreditamos que no momento inicial da SEI, como houve pouca troca de informações e debates entre os alunos, nem todos apresentaram respostas sofisticadas. Vale ressaltar que os dados apresentados pelo **Grupo 01** envolvem aspectos trazidos pelas experiências cotidianas dos alunos, o que é natural tendo-se em vista que se trata do início da SEI. Com efeito, esse aspecto juntamente ao estrutural confere a fragilidade dos argumentos deste grupo.

No **Grupo 02**, o argumento apresentou dado, conclusão e refutador, evidenciando as exceções para que a conclusão apresentada não fosse validada. Essa característica garante que os alunos reforcem/esclareçam suas ideias quanto aos diferentes posicionamentos diante do uso da vacina.

Na questão 5, trazemos a questão problema da sequência de ensino investigativa, para que o aluno delibere sua opinião.

“O uso de vacinas deve ser opcional? Justifique”.

Após análise dos dados em relação ao conteúdo, verificamos que, dos 12 alunos, 08 (66%) acreditam que o uso da vacina não deve ser opcional, pois se muitas pessoas não se vacinarem o risco de doenças pode aumentar na sociedade. Dois alunos (17%) foram a favor da vacinação opcional, pois consideram que as pessoas não devem ser obrigadas a tomar qualquer decisão que seja contrária ao que pensam, assim como devem assumir suas responsabilidades frente às suas decisões e, dois alunos (17%) não souberam responder se o uso de vacinas deveria ser opcional.

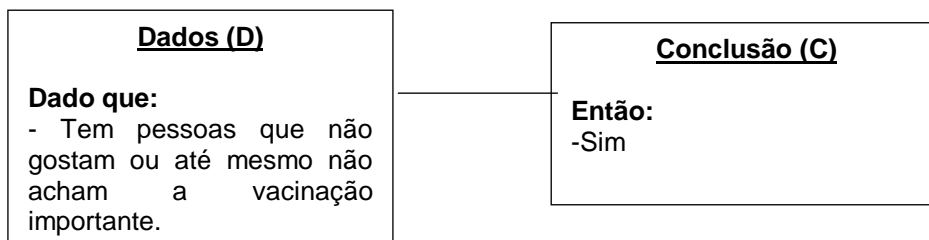
Em relação aos tipos de argumentos escritos, foram verificados dois tipos de estruturas. Observe o quadro 07 abaixo que detalha as características de cada grupo.

GRUPOS	ELEMENTOS	ARGUMENTOS	PORCENTAGEM
Grupo 01	Dado + Conclusão	A1, A2, A3, A4, A6, A7, A8, A9, A12	76%
Grupo 02	Dado + Conclusão + Condições para a conclusão	A11	8%
Grupo 03	Não souberam opinar	A5, A10	16%
Total		12 argumentos	100%

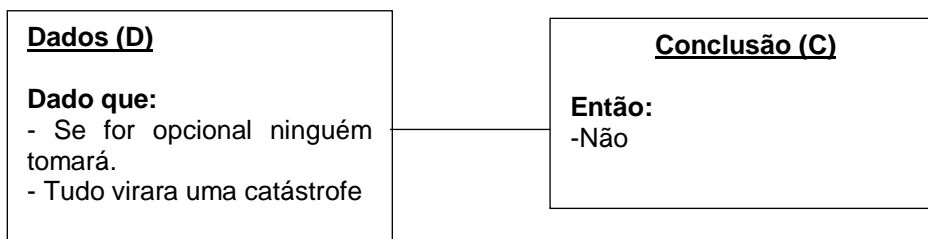
Quadro 07. Estruturas de argumentos apresentadas na questão 5 pelos alunos e organizadas em grupos.

No **Grupo 01** encontram-se os argumentos que apresentaram os seguintes elementos: dado e conclusão. Tal grupo compõe-se de 09 alunos (A1, A2, A3, A4, A6, A7, A8, A9, A12). Quanto a opcionalidade do uso da vacina, as conclusões apresentadas por esse grupo se mostraram divergentes, sendo que oito alunos defendem que o uso da vacina não deve ser opcional e um defende que deve ser opcional. Vejamos os exemplos a seguir:

A3. *Sim, pois tem pessoas que não gostam ou até mesmo não acham a vacinação importante*



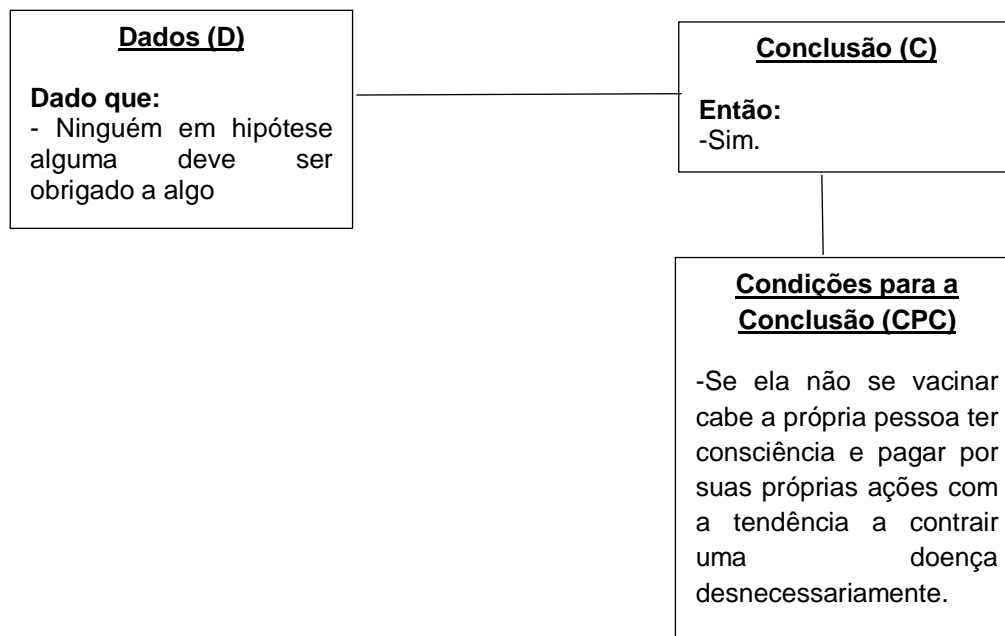
A12: Não, porque se for opcional ninguém tomará e tudo virará uma catástrofe.



Podemos verificar que, nos argumentos A3 e A12, há dados que expressam a preocupação da opcionalidade do uso da vacina pela sociedade nas suas conclusões. Em A3, o dado empírico faz referência a perspectiva particular de alguns indivíduos quanto ao uso da vacina, considerando que a vacinação não é importante, por isso não gostam de tomá-la. Em A12, o aluno apresenta uma previsão no seu dado empírico, sustentando a ideia que o uso da vacina não deve ser opcional, pois se esse fato ocorrer grande parte da população não se vacinará e isso ocasionará uma catástrofe. Essa catástrofe pode ser entendida como o de aumento do número de doenças e pessoas contaminadas.

No **Grupo 02** encontra-se o argumento do aluno A11, que apresentou os elementos: dado, conclusão e condições para a conclusão. Quando a opcionalidade ao uso da vacina, a conclusão foi a favor. Vejamos os exemplos a seguir:

A11. Sim, ninguém em hipótese alguma deve ser obrigado a algo, mas levando isso em consideração se ela não se vacinar cabe a própria pessoa ter consciência e pagar por suas próprias ações com a tendência a contrair uma doença desnecessariamente.



Neste argumento de A11, verificamos que o dado teórico expressa a não obrigatoriedade da população para a vacinação. A partir desse dado, o sujeito apresenta a sua conclusão, considerando que o uso da vacina deve ser opcional. Todavia, essa escolha pode gerar consequências individuais e sociais que são expressas por meio das condições para a conclusão, favorecendo um possível contra-argumento. Assim, notamos que existe uma preocupação quanto a tomada de decisões das pessoas quando se trata da vacinação.

Quando comparados os argumentos dos **Grupos 01** e **02**, nota-se que no **Grupo 01** os argumentos expostos apresentam apenas dado e conclusão, tornando sua estrutura frágil. Mas em contrapartida, os conteúdos apresentados mostram que os alunos avaliaram suas concepções acerca do tema e relacionaram os dados e conclusões por meio de justificativas voltadas para o seu contexto social, exprimindo assim opiniões a partir de suas concepções individuais sobre o uso opcional da vacina. No **Grupo 02**, a resposta traz na sua estrutura dado, conclusão e condições para a conclusão, indicando o domínio do aluno quanto ao tema vacina, pois além de apresentar e defender uma posição, ele foi capaz de explicitar em que condições a conclusão é frágil e pode ser refutada.

O **Grupo 03**, composto de dois alunos (16%) não souberam opinar sobre a opcionalidade do uso das vacinas, fazendo com que as respostas não fossem consideradas um argumento, pois argumentar representa justamente o ato de justificar a adoção de uma conclusão em detrimento de outras, usando dados que atuam como premissas para essa conclusão; é o ato de oferecer as evidências necessárias para estabelecer a validade de uma asserção (FREIRE, 2014).

Ao final da análise dos questionários sobre as concepções prévias dos alunos quanto ao tema vacina, percebemos que a controvérsia sobre a obrigatoriedade/opcionalidade do seu uso começa a ser instaurada. Esse aspecto é evidenciado com maior ênfase quando observamos os discursos dos alunos ao longo da atividade, intermediados pela docente.

Essa controvérsia é explorada quando os alunos começam a discutir sobre suas possíveis respostas para a questão 5 (ver Quadro 08). Notamos, por meio da transcrição das falas, que a apropriação conceitual foi reformulada, aproximando o conhecimento escolar com o científico, permitindo assim verificarmos que as ideias presentes nos discursos orais se sobressaem quando comparadas aos dos discursos escritos.

Observe a transcrição de um trecho da aula:

SUJEITOS	FALA	ELEMENTOS DO ARGUMENTO
Prof.	Bom na questão 5, perguntei a vocês se o uso de vacinas deve ser opcional ou não e peço para vocês justificarem. E aí?	—
A3	Depende da vacina professora	Qualificador
A1	Eu acho que o uso da vacina deve ser obrigatório.	Conclusão
A7	Eu acho que deve ser obrigatório porque uma pessoa não vacinada pode transmitir vírus!	Conclusão e dado
Prof.	O que vocês acham sobre essa afirmação da colega?	—
A2	Eu acho uma boa (rsrsrs)	—
A5	Mas se ele não for vacinado eu vou pegar!	Dado
A8	Depende!	Qualificador

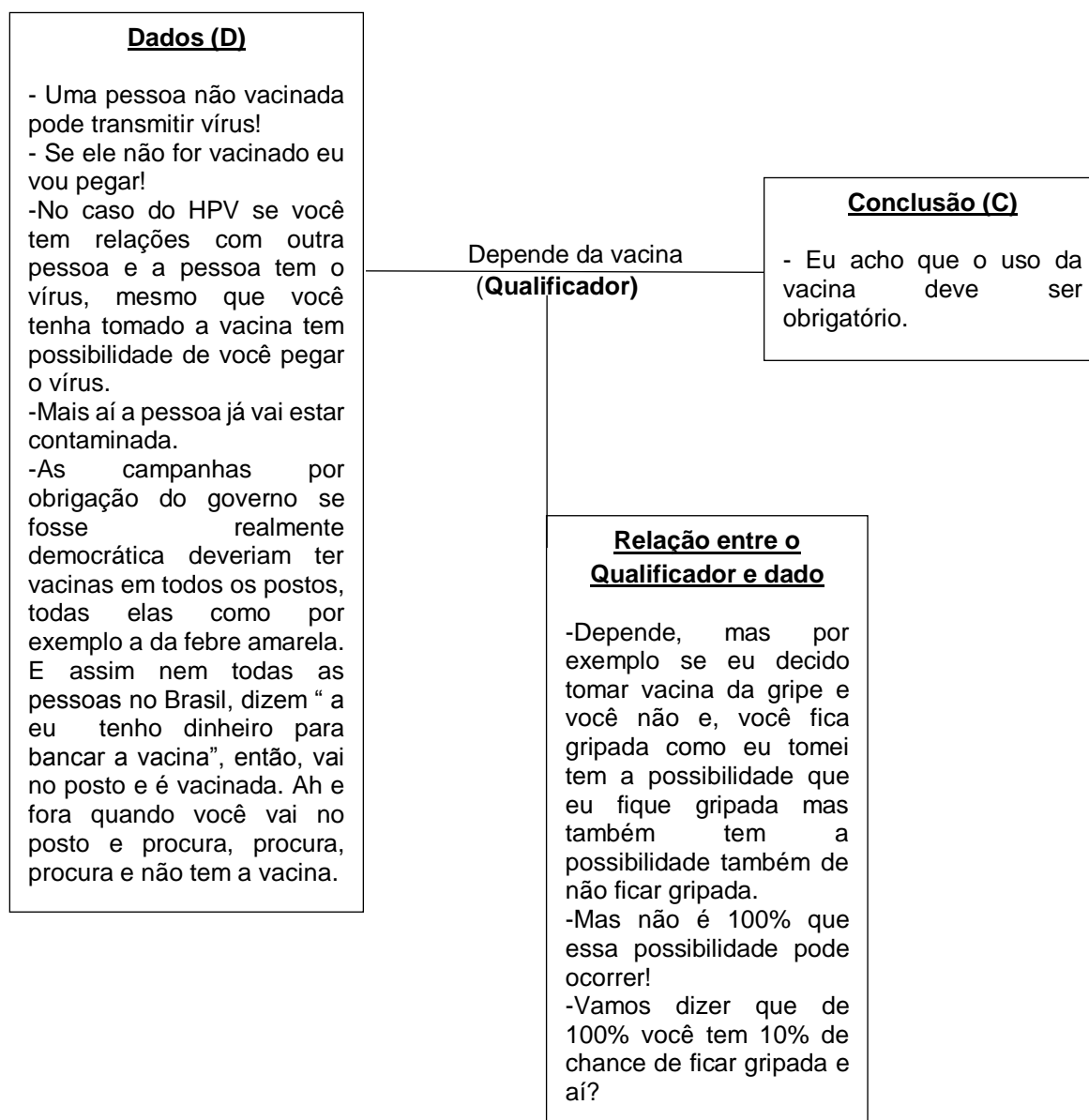
A5	Depende, mas por exemplo se eu decido tomar vacina da gripe e você não e, você fica gripada como eu tomei tem a possibilidade que eu fique gripada, mas também tem a possibilidade também de não ficar gripada.	Explica a relação entre qualificador e dado
A8	Mas não é 100% que essa possibilidade pode ocorrer!	Idem
A2	Vamos dizer que de 100% você tem 10% de chance de ficar gripada e aí?	Idem
A7	Mas por exemplo se fosse no caso do HPV se você tem relações com outra pessoa e a pessoa tem AIDS mesmo que você tenha tomado a vacina tem possibilidade de você pegar o vírus.	Dado
A8	Bem mais aí a pessoa já vai estar contaminada.	Dado
A7	Sim mas no caso da pessoa não saber entendeu?	_____
A9	Eu acho que sim e não. Por que, por exemplo as campanhas por obrigação do governo se fosse realmente democrática deveriam ter vacinas em todos os postos, todas elas como por exemplo a da febre amarela. E assim nem todas as pessoas no Brasil, dizem “a eu tenho dinheiro para bancar a vacina”, então, vai no posto e é vacinada. Ah e fora quando você vai no posto e procura, procura, procura e não tem a vacina.	Dado e conclusão

Quadro 08. Trecho da aula quando se discutia as respostas dadas para a questão 5, para observar as concepções prévias dos alunos sobre vacina e quais elementos do argumento apareceram.

Com relação a elaboração de argumentos, ocorreu aprimoramento das respostas dos alunos devido o embate de diferentes pontos de vista nas discussões em sala de aula. A exposição de outras ideias, desafia o aluno a reforçar seu argumento, de modo a elaborar novos pontos de vista. Essa elaboração de novas ideias mobilizou o processo investigativo de tal modo, que um novo elemento surgiu: o qualificador. Os qualificadores (Q), são caracterizados por frases ou palavras que expressam a certeza do falante mediante seu dado, indicando uma referência explícita da força que o dado confere à conclusão, expressando assim, o nível de certeza dos alunos nas suas afirmativas.

Observe abaixo a estrutura do argumento gerado conjuntamente pelos alunos na sala de aula na questão 5. Por se tratar de uma discussão coletiva, as

falas dos alunos contribuíram para que o argumento final, se encaixasse no Padrão do Argumento de Toulmin.



As interações entre alunos e professora mostrou um exercício argumentativo mais evidente, devido as divergências de opiniões entre os alunos. Os alunos em seus dados mostram a importância da vacinação para que as pessoas não contraiam doenças, produzindo uma conclusão que remete a obrigatoriedade no uso da vacina. Para rebater essa ideia, um aluno justifica que essa medida depende da vacina que vai ser administrada. Isso exigiu, por sua vez, justificações para o contra-argumento alegando que mesmo tomando

vacina as pessoas podem sim contrair doenças. Aqui os alunos instauram o debate sobre o pensamento individualista no uso de vacina, sem perceber que as decisões devem ser pensadas socialmente, já que fazemos parte de uma totalidade interdependente.

Em nosso entendimento, o processo argumentativo ocorreu mais facilmente no discurso oral, devido a ponderação dada pelos alunos para validar suas opiniões e debater a consistência dos enunciados delimitados pelos seus pares. Despertar a criticidade dos alunos tornou os argumentos orais mais elaborados.

ENCONTRO 2: Entendendo a história da vacina

Este encontro, composto por duas aulas (100 min), teve por objetivo introduzir ideias fundamentais sobre um dos métodos experimentais responsáveis pela produção da vacina da varíola no mundo, favorecendo a construção de conhecimentos sobre o que está envolvido neste processo. De acordo com o que se apresenta no apêndice 2 desta dissertação, a atividade desenvolvida neste encontro envolveu a leitura e interpretação de um texto composto por informações e questionamentos, de modo a constituir-se uma investigação escolar envolvendo dados experimentais.

A atividade é considerada investigativa por proporcionar aos alunos o desenvolvimento de práticas epistêmicas e discursivas direcionadas à resolução dos questionamentos que surgiram ao longo do texto, os quais se articulavam na perspectiva do curso de uma investigação empírica. Dessa forma, os alunos se envolveram com análise de dados experimentais e elaboração de hipóteses, para assim chegarem às suas conclusões e elaborarem seus argumentos, considerando a temática abordada.

O Quadro 09 apresenta a atividade e os objetivos relacionados ao 2º Encontro da SEI.

ENCONTRO II	
Aula (s)	Atividades e objetivos didáticos
02	<p>Atividade 2: Leitura e interpretação do texto: Entendendo a história da vacina.</p> <p>Objetivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Promover a compreensão da história da vacina, considerando o contexto de produção da primeira vacina que se tem conhecimento no mundo; - Explorar o conceito de vacina e resistência do corpo humano contra agentes infecciosos; - Introduzir os conceitos de hipóteses, variáveis e experimento, no contexto de produção das vacinas.

Quadro 09. Atividades e objetivos didáticos do Encontro II.

Assim como proposto na **Atividade 1**, a análise deste encontro esteve voltada tanto para as questões que possibilitavam aos alunos formularem

argumentos, quanto para questões que solicitavam apenas a explicação dos fenômenos. Cabe ressaltar que, nem todas as perguntas foram analisadas. Foram selecionadas para análise aquelas que no percurso investigativo faziam com que os alunos explicassem e formulassem hipóteses favorecendo a construção do conhecimento científico.

Para tanto, foi disponibilizado aos alunos o texto “Entendendo a história da vacina” o qual retoma, inicialmente, a história das práticas e técnicas utilizadas pela humanidade desde o Egito Antigo para diminuir os casos de varíola. Mais tarde, no século XVIII, o médico inglês, Edward Jenner, ao observar ordenhadores que tinham contato com vacas infectadas com a varíola bovina, percebeu que os mesmos não contraíam a doença humana. Com isso, retirou o pus varioloso de pústulas das vacas e inoculou-o em um garoto, realizando o experimento que culminaria na solução para erradicar a doença. Após testar suas hipóteses, Jenner percebeu a eficácia do processo. Começou a inocular pus varioloso nas pessoas de modo a imunizá-las, contribuindo, assim, para a diminuição dos casos de varíola humana na Inglaterra e, posteriormente, no mundo.

Ao mesmo tempo que os alunos liam o texto, eles respondiam as questões, seguindo o curso da investigação. Em seguida, as questões foram debatidas com toda a turma. Na questão 1, tomamos para a discussão a seguinte pergunta: *“Considerando as observações de Jenner, como você explica o processo de resistência que ocorria com os ordenhadores? Discuta sobre quais fatores você acredita que foram fundamentais para que tal fato ocorresse”*.

A pergunta solicita descrições e explicações ao invés de um discurso argumentativo. O que se requer é que os alunos expliquem e busquem dar sentido ao fenômeno a partir da apresentação de outros fatos científicos já apresentados no texto, interligando assim as descrições por meio de uma relação causal (causa e efeito).

Para tanto, deliberamos e categorizamos as explicações apresentadas pelos alunos. Com essa categorização, pode-se observar dois tipos de respostas, de acordo com a relação causal apresentada, para explicar como ocorreu a resistência dos ordenhadores em relação à varíola bovina.

Observe o Quadro 10 abaixo:

Questão 1. Considerando as observações de Jenner, como você explica o processo de resistência que ocorria com os ordenhadores? Discuta sobre quais fatores você acredita que foram fundamentais para que tal fato ocorresse.		
Explicação	Quantidade	Tipo de enunciado
<p>A1: Ordenhando vacas que possuíam varíola com pústulas nas tetas, como eles sempre estavam em contato, ele não contraiu a doença.</p> <p>A2: Entrando em contato com a varíola bovina.</p> <p>A3: Com o contato direto da varíola bovina, o vírus no ser humano ficou resistente a imunidade desse.</p> <p>A4: Pegando a varíola bovina, por também ter contato com o leite.</p> <p>A5: Quando os ordenhadores contraíam a varíola bovina, eles se tornavam imunes a varíola bovina.</p> <p>A7: Pegando o vírus da varíola, e cada vez mais seus corpos se acostumavam com o vírus.</p> <p>A8: O fato dos ordenhadores serem resistentes a varíola é explicado por já conterem a varíola bovina.</p> <p>A9: Pois adquiriram varíola bovina ao ordenhar vacas</p> <p>A10: Alguns ordenhadores contraíram a varíola bovina que estavam nos animais e assim tornaram-se resistentes.</p> <p>A11: O indivíduo teria adquirido a resistência através da interação com uma varíola não compatível com seu organismo.</p> <p>A12: muitos cuidados com a limpeza e alimentação tanto dos animais infectados e dos ordenhadores (que cuidam dos animais)</p>	11	Descrições que se interligam por meio de uma relação causal (Causa e efeito)
<p>A6: O sistema imunológico percebeu o vírus e tomou medidas evoluindo e matando de forma rápida e eficaz, é o que acontece quando um vírus entra no corpo humano, o sistema percebe e entra em ação evoluindo para evitar a morte.</p>	1	Apresentam descrições com relação de causa e efeito e importam um modelo teórico para aprofundar a explicação.

Quadro 10. Explicações apresentadas pelos alunos para a resistência dos ordenhadores a varíola.

Esse quadro nos mostra que a maioria das explicações apresentadas pelos alunos (91%) para a questão 1, trazem respostas formuladas a partir de um raciocínio hipotético elementar para explicar o fato, sendo apresentados apenas dados (resgatados do texto) para a resistência dos ordenhadores.

Vejamos abaixo o exemplo:

Ordenhando vacas que possuíam varíola com pústulas nas tetas, como eles sempre estavam em contato, ele não contraiu a doença. (Aluno 1)

A explicação do A1, evidencia que as respostas dos alunos trazem apenas descrições que interligam a relação de causa e efeito, ou seja, como os ordenhadores tinham contato direto com as vacas que continham a varíola bovina e, seus corpos de alguma maneira criaram resistência à doença na forma humana.

Apenas um aluno (8%), traz na estrutura de sua explicação descrições que remetem à relação de causa e efeito, com aporte teórico que fundamenta e aprofunda essa relação, considerando os mecanismos de resistência dos ordenhadores.

Vejamos o exemplo:

O sistema imunológico percebeu o vírus e tomou medidas evoluindo e matando de forma rápida e eficaz, é o que acontece quando um vírus entra no corpo humano, o sistema percebe e entra em ação evoluindo para evitar a morte. (Aluno 6)

Na resposta apresentada por A6, notamos uma apropriação conceitual por parte do aluno para explicar as possíveis causas que contribuíram para a resistência dos ordenhadores, quando o mesmo apresenta o sistema imunológico e sua função no corpo humano.

Após a discussão da questão 1, a qual possibilitou a introdução da ideia de situações que possibilitam a instauração de resistência à doença, foi abordado o experimento realizado por Jenner. Conforme comentamos, este médico inoculou em James Phipps, um garoto que vivia na comunidade que sofria com a moléstia, pus varioloso retirado das pústulas de vacas contaminadas.

Com o intuito de que os alunos elaborassem suas hipóteses sobre o que teria acontecido com o garoto, perguntamos na questão 2: “O que você acha que aconteceu com James Phipps ao ser inoculado com o pus varioloso? Justifique”.

Quando analisadas as estruturas dos argumentos apresentados pelos alunos para essa questão, observamos que algumas das respostas foram redigidas de forma mais sofisticada. Verificamos assim, quatro tipos de estruturas dos argumentos, separadas em grupos de acordo com as semelhanças estruturais apresentadas. Observe o quadro 11 abaixo que detalha as características de cada grupo.

Grupos	Elementos	Argumentos	Porcentagem
Grupo 01	Dado + Conclusão	A1, A2, A3, A8, A6	42%
Grupo 02	Dado + Conclusão + Qualificador	A10	8%
Grupo 03	Dado + Conclusão + Qualificador + Garantia	A11	8%
Grupo 04	Conclusão	A4, A5, A7, A9, A12	42%
Total		12 argumentos	100%

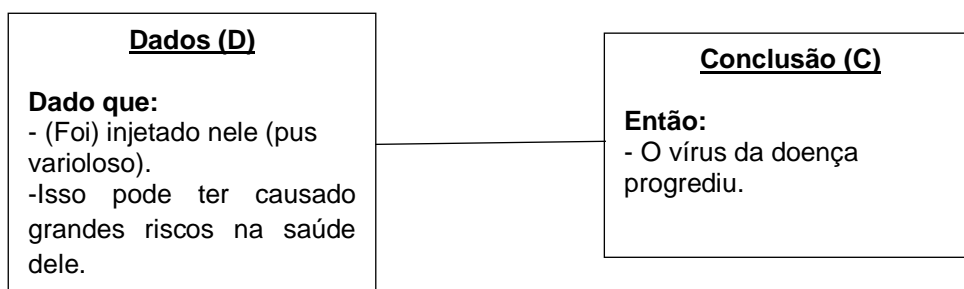
Quadro 11. Elementos dos argumentos identificados quando perguntado aos alunos o que aconteceu com James Phipps ao ser inoculado com o pus varioloso.

No **Grupo 01** encontram-se os argumentos que apresentaram os seguintes elementos: dado e conclusão. Tal grupo compõe-se de 04 alunos (A1, A2, A3, A6, A8, A10). Quanto ao conteúdo, ou seja, o que aconteceu com o garoto, as conclusões apresentadas por esse grupo se mostraram divergentes, sendo elas: morte do garoto, reação à inserção da pústula no corpo, não contraiu a doença e adquiriu resistência. Vejamos os exemplos a seguir:

A2. *O menino teve alguma reação, pois injetaram a “doença”, o vírus no menino.*

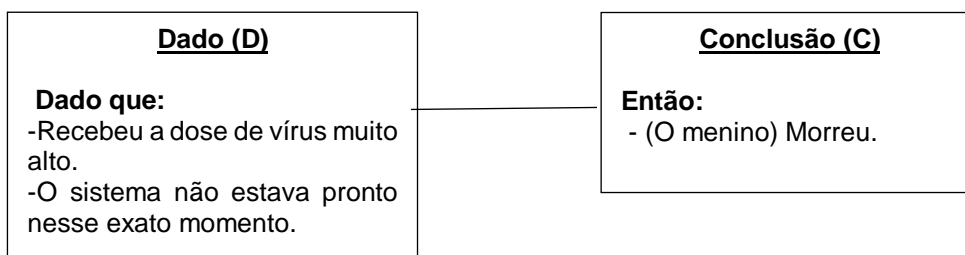
<u>Dado (D)</u>	<u>Conclusão (C)</u>
Dado que: - Injetaram a “doença”	Então: - O menino teve alguma reação.

A3. *Acho que após ter sido injetado nele, o vírus da doença progrediu e isso pode ter causado grandes riscos na saúde dele.*



Podemos verificar que nos argumentos A2 e A3, há dados que expressam a ideia do que aconteceu com James Phipps ao ser inoculado com pus varioloso. São dados pelos quais o sujeito expressa a sua conclusão. Logo, esse grupo caracteriza seu argumento apenas com dado e conclusão. Nos dados, observamos que se enfatiza que a doença/vírus foi injetada no garoto, podendo ele ter tido alguma reação ou até mesmo morrido, pois seu corpo poderia não estar preparado para receber “o vírus ou a doença”.

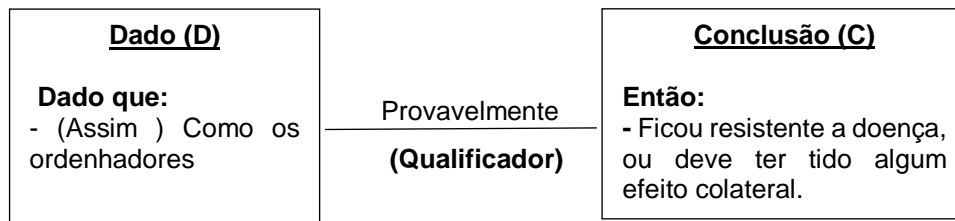
A6. *Morreu, pois recebeu a dose de vírus muito alto e o sistema não estava pronto nesse exato momento.*



No argumento A6, verifica-se que o dado expressa o que aconteceu com o garoto. A partir desse dado, o aluno apresentou sua conclusão, ressaltando que o garoto morreu. Todavia, apesar do garoto ter aceitado participar do experimento, a inoculação pode ter ocasionado a morte porque seu sistema não estava pronto no momento.

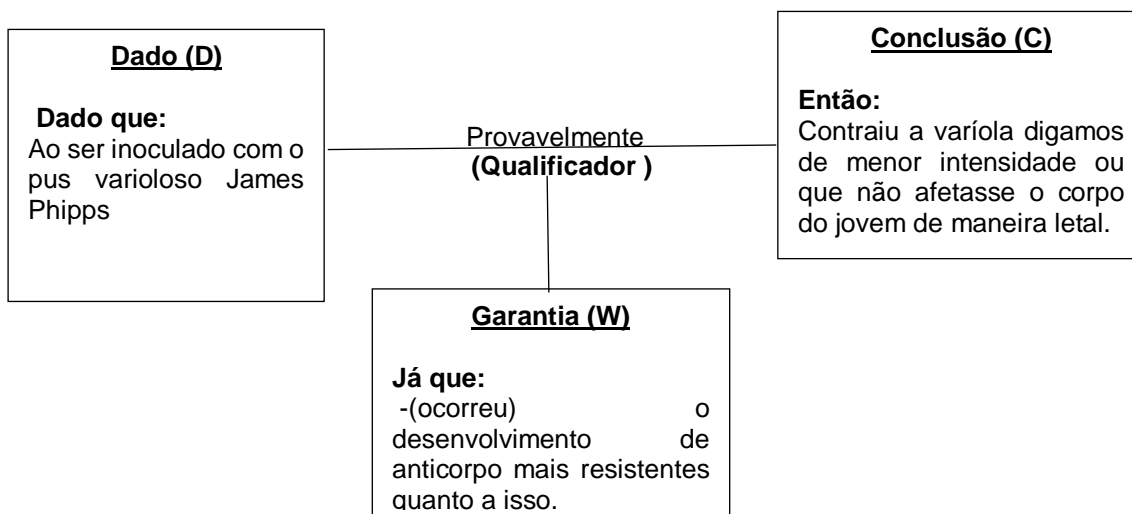
O **Grupo 02**, apresenta somente uma estrutura, com os seguintes elementos: dado, conclusão e, qualificador. Podemos verificar que o aluno A10, busca mostrar o que aconteceu com James com base nos dados informados no texto, considerando como os ordenhadores não contraíam a doença, para assim justificar sua conclusão. O qualificador aparece neste argumento, para expressar a “força” que os dados conferem à conclusão. Vejamos:

A10. *Ele provavelmente ficou resistente a doença, como os ordenhadores, ou deve ter tido algum efeito colateral.*



No **Grupo 03**, apresenta-se uma estrutura com os seguintes elementos: dado, conclusão, qualificador e garantia. Vejamos:

A1. *Ele provavelmente contraiu uma varíola digamos de menor intensidade ou que não afetasse o corpo do jovem de maneira letal, o que causou o desenvolvimento de anticorpos mais resistentes.*



Pode-se verificar que, no argumento A11, o aluno delimita seu dado quando cita que James Phipps foi inoculado com o pus varioloso. Com base nesta ideia, a conclusão apresentada é de que, o garoto contraiu a doença só que de intensidade fraca, fazendo com que o mesmo não fosse a óbito. Essa conclusão nos mostra um maior entendimento por parte do aluno em relação ao processo que ocorre no corpo humano quando uma vacina é administrada, ou seja, o corpo cria anticorpos que vão combater a doença, sendo esse mecanismo apresentado como garantia de inferência. O qualificador apresentado neste argumento, expressa o nível de certeza do aluno sobre o que aconteceu com James.

É notório que, dos 12 alunos participantes desta atividade, cinco (A4, A5, A7, A9, A12) apresentaram dificuldade para argumentar, trazendo nas suas respostas apenas conclusões. Vejamos um exemplo:

<p style="text-align: center;"><u>Conclusão (C)</u></p> <p>- Ele pegou varíola bovina e morreu. (Aluno 7)</p>
--

As conclusões por si só, não conseguem sustentar as ideias sobre o entendimento do aluno para com a pergunta elaborada, mostrando o grau de dificuldade na interpretação.

Para esta questão notamos que apenas o A1, expressou em sua resposta hipóteses que justificam de forma clara e precisa, o que aconteceu com James ao ser inoculado com o pus varioloso. Isso mostra que o aluno tem entendimento sobre o processo de atuação da vacina no corpo humano, pois pouco foi discutido sobre esse aspecto até esse momento da SEI.

Na questão 6, “ *Com base no texto e discussão na sala de aula, escreva o que você considera por vacina e como ela atua no organismo*”, a natureza da pergunta não envolve a promoção da argumentação, busca apenas definições e/ou explicações. Quando comparada a questão 1 e 2, do Encontro I, notamos que as respostas trazem outros significados para definir vacina. Vejamos abaixo as categorias definidas a partir do aparecimento de novos significados para a questão:

a) Alunos que falam de vacina considerando apenas a ampla ideia de prevenção de doença:

A vacina é muito importante em qualquer idade, ela serve para combater e prevenir doenças. A vacinação, na minha opinião deveria ser obrigatória para manter a sociedade imune. (Aluno 8)

Apenas um aluno retoma a ideia de vacina como método de prevenção de doenças, sendo esta resposta a mais simples dentre as demais apresentadas pelos alunos.

b) Alunos que defendem a vacina como método de prevenção e citam o sistema imunológico:

A vacina é um método de se prevenir, ela atua deixando o sistema imunológico mais preparado (Aluno 5)

É uma medida que previne doenças específicas e age no nosso sistema imunológico. (Aluno 6)

Os alunos retomam o que acontece com o corpo humano ao receber uma vacina, mostrando que o sistema imunológico age para que doenças sejam prevenidas.

c) Alunos que discutem a vacina como método de prevenção citando o sistema imunológico e ação dos anticorpos.

A vacina nos ajuda a prevenir diversas doenças e ela não deve ser obrigatória, pois muitas pessoas não querem tomar, porque não querem ou pela reação que acontece em seu corpo de maneira ruim. A vacina produz anticorpo para que quando os vírus ataquem o corpo não consigam seu objetivo. (Aluno 1)

Vacina é uma maneira de se proteger contra uma doença, deixando nosso sistema imunológico mais forte e criando anticorpos para essas doenças. (Aluno 2)

É uma substância que age no nosso sistema imunológico que cria anticorpos que nos protegem de certos vírus que pegamos ou somos contraídos nele. (Aluno 4)

Os alunos apresentam em suas respostas, como a ação dos anticorpos (células de defesa do corpo humano produzidas pelo sistema imunológico) auxiliam na prevenção de doenças.

d) Alunos que citam que a resistência a doenças ocorre pela ação dos anticorpos presentes no sistema imunológico:

Entendi que a vacina torna o sistema imunológico da pessoa mais resistente, diminuindo a chance de proliferação e, fazendo com que o corpo crie mais anticorpos. (Aluno 3)

Fluido que ativa a doença que o indivíduo poderia se contaminar de uma forma mais branda, resultante na atividade de anticorpos contra essa doença de forma a qual se adquira resistência ou imunidade. (Aluno 11)

Os alunos ressaltam que a vacina torna o corpo humano resistente, devido a criação de anticorpos pelo sistema imunológico, diminuindo assim a proliferação de doenças.

e) Alunos que defendem a vacina como um composto biológico:

Vacina é o medicamento que contém vírus, que agirão contra a doença, ou seja, outro vírus. (Aluno 9)

Essa categoria apresenta a mesma ideia apresentada no Encontro I, pela qual a vacina é um medicamento que contém vírus e bactérias e tem função de combater doenças. Apenas um aluno respondeu de acordo com essa categoria.

f) Alunos que defendem a vacina com um método de imunização:

A vacina tem o objetivo de fazer com que a gente não adquira a doença. A vacina atua no nosso organismo para fazer com que nosso sistema imunológico não deixe adquirir doença, para que sejamos imunes. (Aluno 12)

Vacina contém o vírus da doença e ela é aplicada no nosso organismo para a criação de anticorpos, tornando nosso corpo imune. (Aluno 7)

A vacina é tomada a partir de gotas ou injeção. Ela é o remédio utilizado quando ocorre uma doença contagiosa e que pode matar as pessoas com facilidade. Ela faz com que nosso organismo crie anticorpos garantindo a imunização. (Aluno 10)

Os alunos apresentam o mesmo conceito deliberado na atividade do Encontro I, afirmando que a vacina atua como um método de imunização, fazendo com que as pessoas não adquiram doenças.

É importante salientar que após a análise das categorias notamos que houve aprimoramento dos significados produzidos pelos alunos, já que na Atividade 1, não citaram a ação dos anticorpos relacionados ao uso da vacina. Quanto a mudança conceitual ocorrida no desenvolver da atividade, percebe-se agora que a temática vacina é tratada num sentido mais amplo, relacionando a função do sistema imunológico, ação dos anticorpos e o processo de imunização que ocorre no corpo humano.

Ao final do encontro, a fim de retomar as ideias construídas ao longo da atividade, associando-as à uma questão social, buscou-se no quadro **“Vamos Refletir”** que os alunos apresentassem os conceitos construídos em relação ao processo histórico envolvendo a vacina, com o seguinte questionamento: *“Apesar da comprovação da eficácia da vacina contra a varíola, várias pessoas decidiram, naquela época, não seguir essa prática. Qual seu ponto de vista sobre tal decisão? Justifique”*.

Essa pergunta se fez necessária, pois os anos se passam e a resistência ao uso da vacina assim como sua verdadeira eficácia, continuam sendo temas que causam dualidades na sociedade e isso é percebido devido o crescimento de grupos contrários à vacinação.

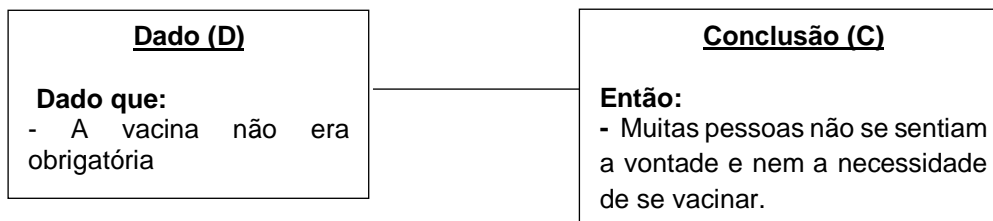
Apenas quatro alunos, do montante de doze responderam a esta questão, demonstrando diferentes pontos de vista e considerando a discussão do momento histórico abordado na questão, quando remetido às questões atuais. Nesse momento da atividade, o aprimoramento das ideias, contribuiu para a construção de argumentos mais elaborados por parte de alguns alunos. Quando feita a análise, notamos dois tipos de estrutura dos argumentos (Ver quadro 12):

Grupos	Elementos	Argumentos	Porcentagem
Grupo 01	Dado + Conclusão	A2, A5, A8	34%
Grupo 02	Dado + Conclusão + Refutador	A6	8%

Quadro 12. Elementos do argumento para a questão 6.

No **Grupo 01**, os argumentos apresentados trazem como elementos: dado + conclusão. Os dados buscam expressar o pensamento das pessoas da época em não querer se vacinar, trazendo aspectos de natureza particular, como por exemplo, os de cunho religioso para defender suas conclusões. Observe os argumentos:

A2. *A vacina não era obrigatória muitas pessoas não se sentiam a vontade e nem a necessidade de se vacinar*

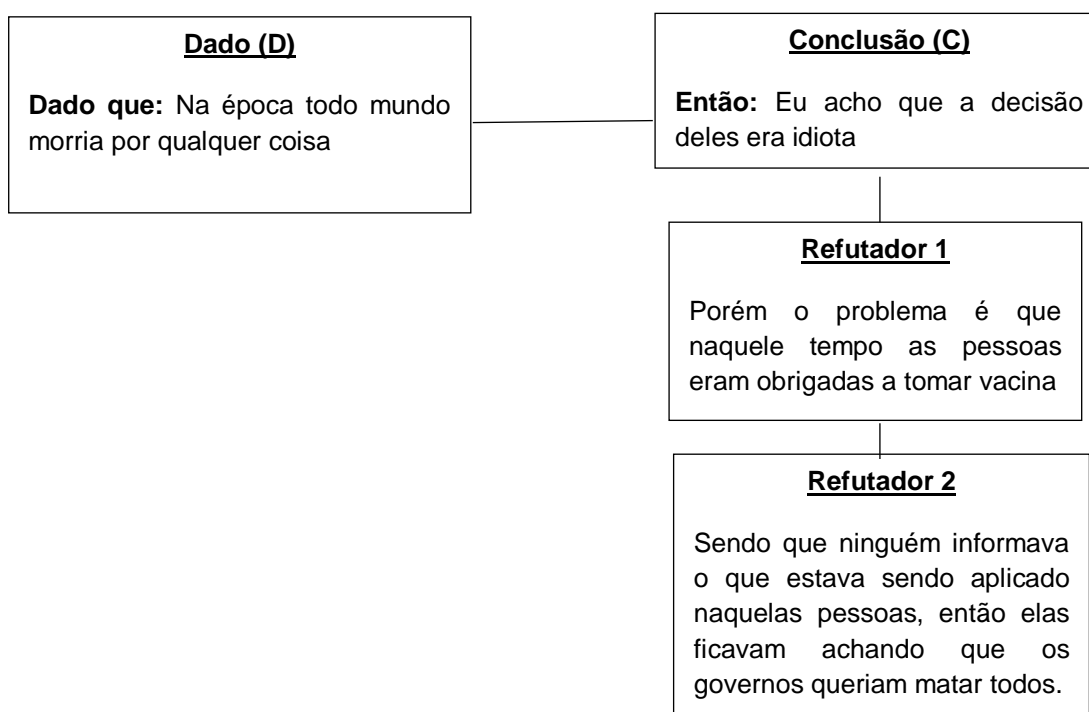


A5. *No século estava acontecendo a idade das trevas, aí as pessoas pensavam que a cura e imunização vinha somente de Deus.*



No **Grupo 02**, pode-se verificar que os argumentos dos alunos A3 e A12, possuem dado + conclusão + refutadores. Os dados trazem o contexto histórico da época assim como as práticas que deveriam ser estabelecidas para que não fosse necessário a obrigatoriedade do uso da vacina. Observe os argumentos:

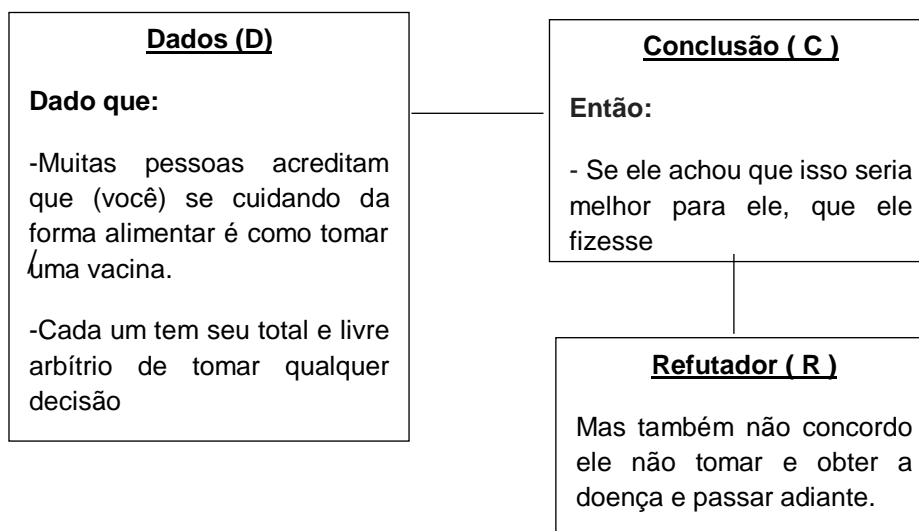
A12. *Eu acho que a decisão dela era idiota, pois naquela época as pessoas morriam de qualquer coisa, porém é que naquele tempo as pessoas eram obrigadas a tomar aa vacina e sendo que ninguém informava o que estava sendo aplicado nas pessoas, então eles ficavam achando que o governo queria matar todos.*



No argumento do aluno A12, nota-se que o dado teórico traz informações sobre o que acontecia não somente na Inglaterra, mas em qualquer parte do mundo naquela época. A partir desse dado, o aluno apresenta sua conclusão, certamente considerando que a decisão das pessoas envolvidas na problemática da questão era perniciosa para elas mesmas. Todavia, por meio dos refutadores o aluno “ameniza” o seu ponto de vista em relação à atitude das pessoas frente à vacinação, considerando aspectos sociais, como o nível de informação possibilitado à população com relação à essa medida de saúde pública. Essa atitude da população gerou consequências nos âmbitos social e da saúde. Assim, notamos que o aluno possuía embasamento teórico que sustentava sua conclusão a partir do conhecimento de todo processo histórico da época com relação a obrigatoriedade da vacinação de todos, conferindo uma maior qualidade argumentativa no seu discurso.

Passemos para o segundo argumento:

A3. *Que cada um tem seu total e livre arbítrio de tomar qualquer decisão. Se ele achou que isso seria melhor para ele, que ele fizesse. Muitas pessoas acreditam que você se cuidando da forma alimentar é como tomar uma vacina e isso eu acho que vai muito de pessoa para pessoa. Mas também não concordo ele não tomar e obter a doença e passar adiante.*



Podemos observar que a estrutura do argumento do aluno A3 é semelhante à do argumento do A 12. Porém, apesar da semelhança em suas estruturas, as conclusões desses argumentos diferenciam-se entre si. Observou-se que o

participante A3 buscou aporte teórico ligado a bons hábitos alimentares, e o princípio de que os indivíduos têm livre arbítrio na tomada de decisão. Outro aspecto que merece destaque é o refutador, pois nele é apresentado que os hábitos alimentares, por si só, não serão capazes de sanar doenças, tendo em vista que as pessoas devem, sim, vacinar-se para que mazelas não sejam disseminadas na população, contrariando assim a ideia apresentada em suas conclusões.

A partir destes argumentos observamos também dois aspectos:

- a) Alfabetização Científica (AC):** nessa atividade é instaurada a problemática da SEI, sobre o uso opcional das vacinas. Isso ancora a ideia de alfabetização científica, ao aliar ciência e sociedade. Assim as habilidades envolvidas na construção dos argumentos fazem com que os alunos interpretem os fatos científicos e notem o impacto da ciência para com a sociedade, evidenciando o papel ativo dos mesmos no entendimento do tema curricular proposto.

- b) Tomada de decisão e formação cidadã:** os argumentos expressam um certo “dilema”, pois o indivíduo tem que tomar a decisão de se imunizar ou não. Essa dubiedade é posta em xeque devido ao conceito equivocado sobre a importância da vacina e sua eficácia preventiva, tornando muitas vezes a decisão individualista, sendo que problemas relacionados à saúde pública devem ser pensados no coletivo, já que o processo de imunização garante o bem-estar da população assim como o aumento da expectativa de vida. Logo, essa atividade foi indispensável para que os alunos construíssem e ampliassem conhecimentos sobre a vacina e seu contexto para a sociedade, tornando-os capazes de tomar decisões frente às polêmicas em torno do uso das vacinas.

ENCONTRO 3. PASTEUR E VACINAS

Este encontro, composto de duas aulas (100 minutos), teve por objetivo fomentar a construção de argumentos a partir de um experimento empírico, o qual foi adaptado para um texto escrito, de modo a desenvolver nos alunos habilidades investigativas para a construção de conhecimento. Dessa forma, demos prosseguimento ao processo iniciado no Encontro 2, em que os alunos se envolveram com uma atividade investigativa descrita em um texto que disponibilizava informações e questionamentos, a fim de propiciar-lhes oportunidades de desenvolverem habilidades fundamentais requeridas em uma investigação científica.

A atividade proposta neste Encontro 3 apresenta natureza semelhante àquela desenvolvida no Encontro 2; todavia, possibilita um aprofundamento nas habilidades requeridas nesta última.

Antes de iniciar a atividade deste Encontro 3, aspectos relacionados ao desenvolvimento da primeira vacina por Edward Jenner, assim como a importância desta descoberta para a erradicação da varíola no mundo, discutidos no encontro anterior, foram retomados. Ainda neste contexto, buscou-se averiguar como os alunos assimilaram e construíram conhecimentos sobre o tema vacina, por meio de questionamentos sobre a atividade desenvolvida.

Neste Encontro 3, buscou-se, assim, instigar ainda mais as habilidades investigativas dos alunos, possibilitando também, que eles construíssem novos conhecimentos em torno do tema. Isso foi feito considerando-se como as observações e experimentos desenvolvidos por Pasteur foram essenciais para a descoberta de uma nova vacina, que agora poderia curar animais (aves), explorando conceitos tais como: imunização, virulência e atenuação (ver quadro 13).

ENCONTRO III	
Total de Aula (s)	Atividades e objetivos didáticos
02	Atividade 1: Leitura e interpretação do texto: Pasteur e vacinas. Objetivos: <ul style="list-style-type: none"> - Desenvolver habilidades investigativas por meio de experimento empírico; - Articular os conceitos introduzidos na elaboração dos dados experimentais para a construção de novos conhecimentos. - Elaborar os conceitos de: imunização, atenuação e virulência.

Quadro 13. Atividades e objetivos do Encontro 3.

Foi disponibilizado aos alunos o texto intitulado “ *Pasteur e vacinas*”. Tal texto retrata, de forma sucinta, a história do químico e imunologista do século XIX, Pasteur, informando algumas de suas teorias que foram de suma importância para a descoberta dos microrganismos, bem como descrevendo o experimento que culminou na produção da vacina para a cólera aviária, doença que acometia galinhas e as levava a óbito.

Ao longo do texto, os alunos eram instigados a responder alguns questionamentos, os quais se punham intercalados à parte escrita. Ao total, foram sete perguntas, sendo que algumas solicitavam explicações para os eventos descritos e outras a elaboração de hipóteses. Os alunos foram divididos em quatro grupos, cada um contendo três alunos, pois acreditamos que tal disposição contribuiria para uma melhor elaboração de ideias. Ainda com relação a tal procedimento, vale ressaltar que nossa análise levou em conta, para cada questão, as respostas apresentadas por grupo de alunos e não individualmente.

Após a leitura do texto, os alunos tinham conhecimento de que Pasteur havia coletado sangue de galinhas acometidas da cólera aviária para análise e, que este passou algum tempo “esquecido” na bancada. Sendo assim, perguntamos na questão 1: “ *O que você acha que aconteceu com o sangue colhido (contaminado com bactérias) e guardado nos tubos durante esse tempo?*”.

Após análise das respostas verificou-se que os alunos deliberaram quatro hipóteses para tal questionamento:

- a) O sangue coagulou:** podemos verificar que o **Grupo 1** (A2, A3, A6), na elaboração de suas hipóteses, buscaram mostrar o que aconteceu com o sangue deixado na bancada, considerando ideias que não levam em conta a relação dos microrganismos com o sangue. Assim, a resposta remete ao que acontece com o sangue que é colhido do corpo humano, e demora a ser analisado ou utilizado. Observe:

Ele deve ter coagulado e secado. (Grupo 1)

- b) O sangue como forma de imunização:** quando o **Grupo 2** (A4, A10, A12) traz tal ideia para explicar o que aconteceu com o sangue, entendemos que, a atividade anterior serviu como aparato para que os alunos remetessem aos conhecimentos produzidos a fim de responder ao questionamento. Neste sentido, consideramos que eles percebem que, a partir daquele procedimento, Pasteur iria produzir uma vacina, tendo em vista a presença de microrganismos no sangue, os quais serviriam como antígenos e imunizariam as galinhas.

Com o passar do tempo, o sangue contaminado se tornou uma forma de imunização da cólera. (Grupo 2)

- c) O sangue como ambiente de desenvolvimento de microrganismos:** podemos verificar que o **Grupo 3** (A5, A8, A11), na elaboração de sua explicação traz o conhecimento explícito de que o sangue deixado na bancada continha bactérias. A falta de condições para a sobrevivência desses seres acarretou na morte das mesmas, fazendo com que o sangue coagulasse.

Após certo tempo, as bactérias acabaram morrendo por não estarem em um ambiente propício para sua sobrevivência e, o sangue ficou coagulado. (Grupo 3)

- d) Contaminação do ambiente:** quando o **Grupo 4** (A1, A7, A9) apresenta esta ideia, fica evidente a pouca compreensão do assunto abordado, já que o ambiente do laboratório de Pasteur não possuía subsídios suficientes para que as bactérias se proliferassem e o contaminasse, pois a bactéria causadora da cólera aviária não possuía virulência ou

suscetibilidade de encontrar um hospedeiro neste ambiente para que ocorressem infecções biológicas.

O sangue contaminado por bactérias contaminou o ambiente e proliferaram. (Grupo 4)

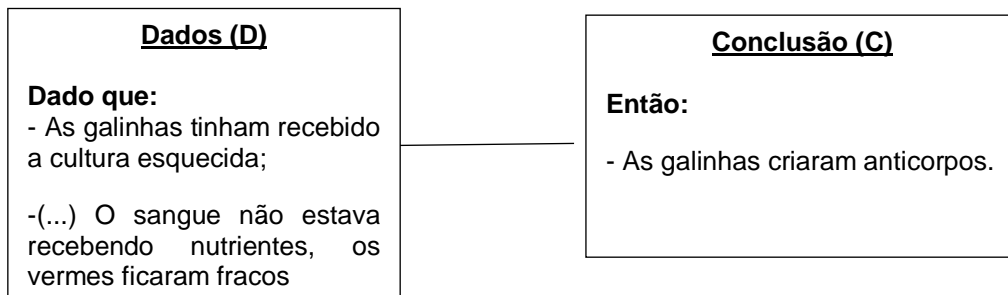
As respostas apresentadas pelos grupos mostram alguns equívocos, o que revela que os alunos possuíam ainda dúvidas quanto ao tema uma vez que, aspectos relacionados ao enfraquecimento de microrganismos já haviam sido tratados na atividade anterior. Apesar de os **Grupos G1** e **G3** trazerem informações que podem ser consideradas corretas sob outros parâmetros de análise (já que as respostas indicam o que poderia realmente ter acontecido com o sangue colhido), apenas o **Grupo G2** trouxe a resposta esperada pela proposta da atividade.

A nossa ideia foi a de proporcionar, com tal questão, a retomada da ideia de enfraquecimento dos microrganismos para atuarem como antígenos na produção de vacinas. Nessa perspectiva, a resposta do **Grupo 2** nos faz acreditar que este, ao responder à questão, utilizou os conhecimentos construídos no Encontro 2, o qual abordava o experimento realizado por Jenner para imunizar as pessoas contra a varíola, associando-o ao experimento de Pasteur.

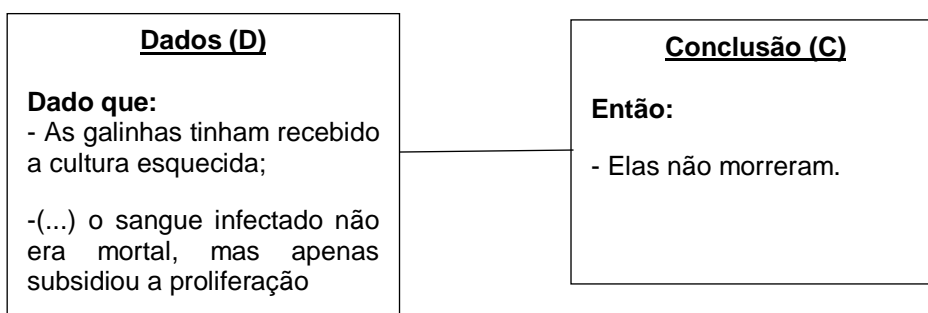
Na questão 2, trazemos o questionamento sobre a parte do experimento em que Pasteur separou galinhas (chamamos de grupo 1) e inoculou a “cultura esquecida” (sangue contaminado esquecido na bancada) nos seus corpos. Com o passar do tempo, notou que as galinhas apenas adoeciam, e não morriam. Sabendo disso, solicitamos que os alunos explicassem “*O que aconteceu com as aves do Grupo 1, para que elas apenas adoecessem e não morressem ao serem inoculadas com a cultura esquecida*”.

Após análise das respostas observamos que todos os argumentos apresentados pelos grupos, em termo de estrutura, possuem os mesmos elementos: Dado + Conclusão. Sendo que o dado já é, em parte, apresentado de forma explícita no texto que precede o enunciado da questão, instigando a elaboração das conclusões dos alunos para o que aconteceu com as galinhas inoculadas com a cultura esquecida. Veja os exemplos abaixo:

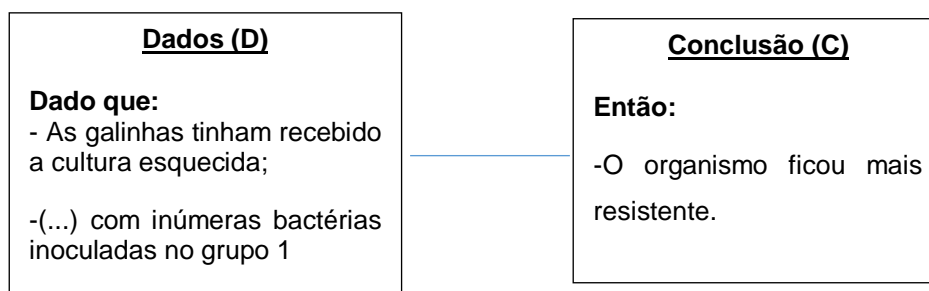
G1: *As galinhas criaram anticorpos e, como o sangue não estava recebendo nutrientes os vermes ficaram fracos.*



G2: *Elas não morreram porque o sangue infectado não era mortal, mas apenas subsidiou a proliferação.*



G4: *Com inúmeras bactérias inoculadas no grupo 1, o organismo ficou mais resistente, tendo menos riscos de ocorrer coisas piores.*



Após análise das respostas, concluímos que os grupos G1, G2 e G4 explicam as possíveis causas para o ocorrido com as galinhas. Além da menção aos possíveis fatores causais que garantiram a resistência das galinhas ao sangue inoculado que continha as bactérias causadoras da cólera aviária, notamos que os grupos G1 e G4, trazem, mesmo que de forma simplificada, deduções para as possíveis relações que ocorreram no organismo das galinhas

para que se tornassem resistentes, ou seja, apenas adoecessem e não morressem.

Isso é perceptível considerando que fazem uso dos termos “anticorpos”, células de defesa do nosso corpo que atacam antígenos e, “atualização” do organismo, referindo-se à memória criada pelo sistema imunológico para que o corpo resista a patógenos.

Com o intuito de que elaborassem hipóteses a partir dos problemas propostos, nas questões 3 e 4 trazemos questionamentos para os quais os alunos deveriam, a partir de discussões ocorridas em grupo e das informações oferecidas pelo texto da atividade, elaborar hipóteses para respondê-las.

Na questão 3, foi proposto um questionamento com base no novo teste realizado por Pasteur. Ele retirou novamente sangue de galinhas contaminadas com a cólera aviária e preparou uma nova cultura, sendo que, após alguns dias inoculou essa cultura nas galinhas do Grupo 1 (galinhas que foram inoculadas com a cultura esquecida e, apenas adoeceram). Perguntamos aos alunos: “*Sabendo que as aves do Grupo 1 já haviam sido inoculadas com a cultura anterior, o que você acha que aconteceu quando estas receberam a segunda inoculação? Justifique.*”

Obtivemos as seguintes respostas:

Não aconteceu nada com elas, pois o sistema imunológico criou uma memória imunológica e quando as bactérias foram atacar o corpo, os anticorpos destruíram as bactérias. (Grupo 1)

Foram curadas, pois criaram memória imunológica e isso quer dizer que anticorpos combatendo a doença. (Grupo 2)

Elas não ficaram doentes por conta da primeira dose que já tinham tomado, logo ficaram imunes a doença. (Grupo 3)

As galinhas ficaram resistentes pois as bactérias já não mais atacaram seu corpo na segunda inoculação. (Grupo 4)

Quando analisadas as hipóteses apresentadas pelos grupos para o que havia acontecido com as galinhas do Grupo 1, verificamos que houve um aprimoramento conceitual e encadeamento lógico para a resolução da questão

quando comparado às respostas para as questões das atividades anteriormente realizadas. O aprimoramento conceitual é percebido quando os grupos usam termos da Biologia para justificar suas hipóteses. Já o encadeamento lógico da questão apresenta-se na explicitação das ideias e estruturação de suas alegações.

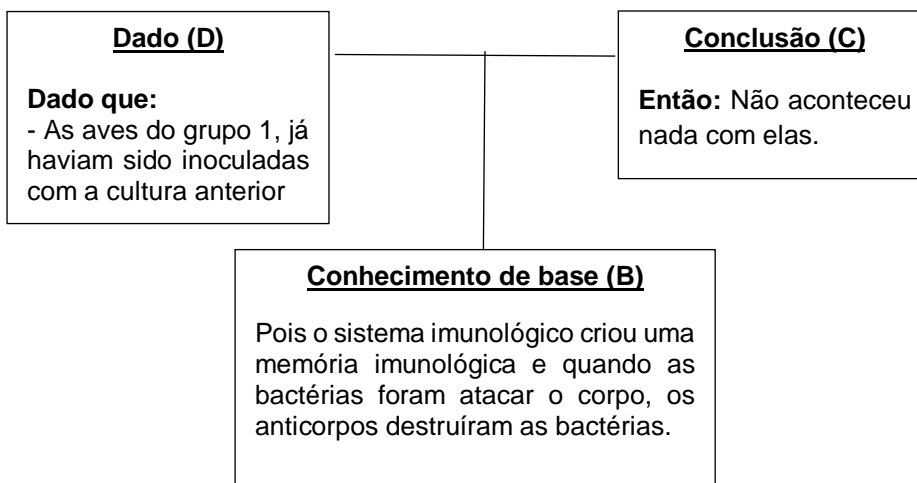
Os argumentos apresentados pelos grupos se assemelham em relação ao conteúdo. Todos consideram que as galinhas não apresentaram nenhuma reação/sintoma quando receberam a nova inoculação, devido ao seu corpo ter adquirido memória imunológica, graças à ação dos anticorpos que foram ativados quando receberam a primeira inoculação. Em relação à estrutura, foram verificados dois tipos de argumentos que estão representados abaixo. Observe o quadro 14 que detalha as características de cada grupo.

GRUPOS	ELEMENTOS DOS ARGUMENTOS
Grupo 01 e Grupo 02	Dado + Conclusão + Conhecimento de base
Grupo 03 e Grupo 04	Dado + Conclusão

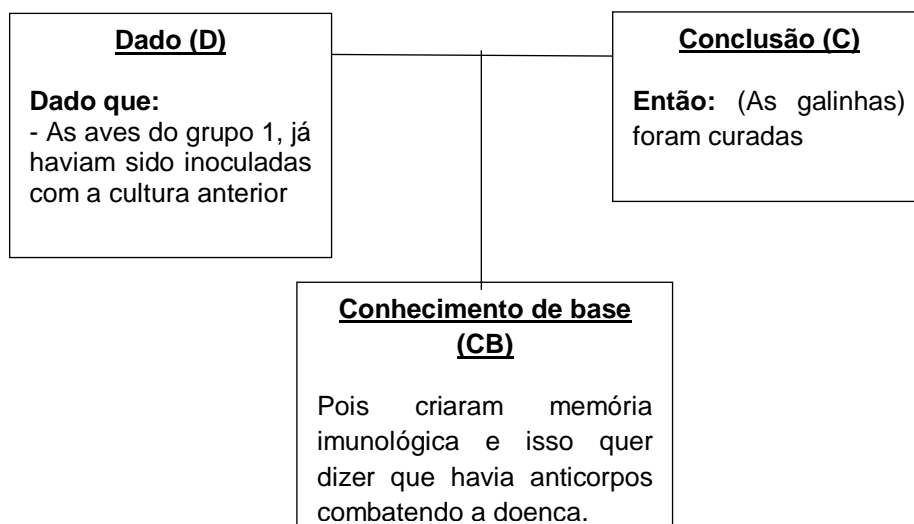
Quadro 14. Estrutura dos argumentos apresentados pelos alunos para a questão 3, do Encontro 3.

Vale ressaltar que o enunciado da questão já apresentava em si o dado do argumento, qual seja: (...) as aves do grupo 1 já haviam sido inoculadas com a cultura anterior.

G1. *Não aconteceu nada com elas, pois o sistema imunológico criou uma memória imunológica e quando as bactérias foram atacar o corpo, os anticorpos destruíram as bactérias.*



G2. *Foram curadas, pois criaram memória imunológica e isso quer dizer que havia anticorpos combatendo a doença.*

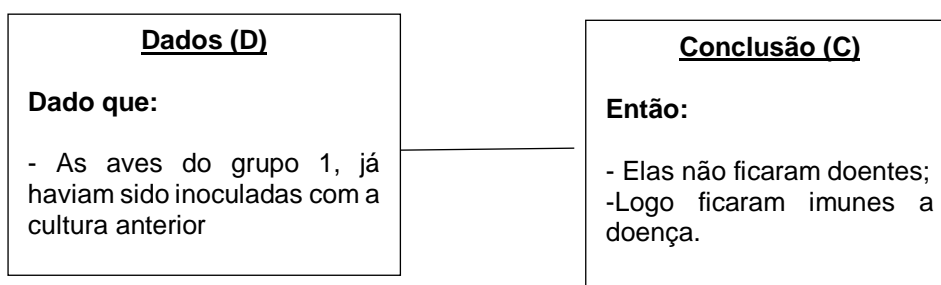


Nos argumentos apresentados pelos **Grupos 01 e 02**, notamos a presença de dado, conclusão e conhecimento de base. O dado é apresentado de forma implícita no texto. O conhecimento de base corresponde a um conhecimento científico específico, com o propósito de justificar a conclusão de que as galinhas não tiveram nenhum sintoma devido à ação de anticorpos presentes no seu sistema imunológico, o que favoreceu para que as mesmas apenas adoecessem e não morressem, quando submetidas à segunda cultura produzida por Pasteur.

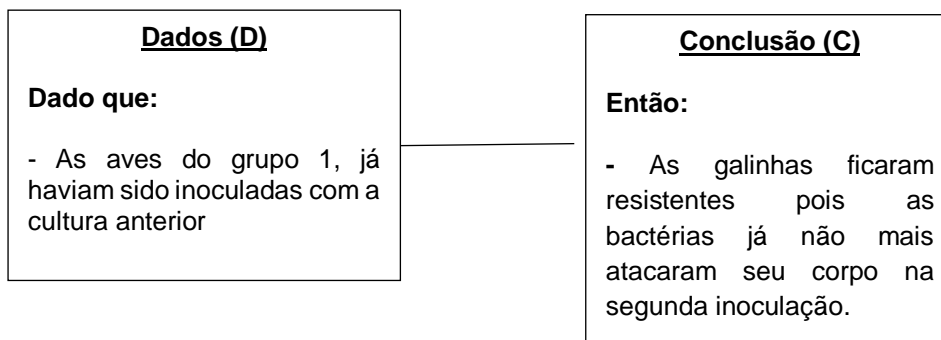
Outra característica presente nos argumentos, é a convicção apresentada na conclusão de ambos os grupos, para o que aconteceu com as galinhas. Isso mostra que a construção lógica dos pensamentos ao longo da atividade e, a clareza do texto foram fundamentais para que os grupos expusessem suas hipóteses de maneira afirmativa e argumentativa.

Nos **Grupos 03 e 04** os argumentos se apresentaram com os seguintes elementos: dado e conclusão. Vejamos os exemplos a seguir:

G3. *Elas não ficaram doentes por conta da primeira dose que já tinham tomado, logo ficaram imunes a doença.*



G4. *As galinhas ficaram resistentes pois as bactérias já não mais atacaram seu corpo na segunda inoculação.*



Podemos verificar que, nos argumentos, o dado se resume na primeira inoculação que as galinhas haviam recebido. Esse fator garantiu que o dado desse suporte para que os grupos expressassem suas conclusões. Apesar desses dois grupos apresentarem argumento com apenas dado e conclusão, não podemos tratá-los como “fragilizados”, já que os aportes teóricos apresentados justificam de maneira simplificada sua conclusão, tornando-a

consistente. Assim, podemos enfatizar que os **Grupos 03 e 04** apresentam na sua conclusão conhecimentos básicos da biologia (resistência) para expor suas ideias sobre o que aconteceu com as galinhas após a segunda inoculação.

A questão 4, traz o teste realizado por Pasteur, agora com um novo grupo de galinhas (Grupo 2). Estas não receberam a primeira inoculação (cultura esquecida), apenas a nova cultura preparada. Assim, perguntamos aos alunos: *“Sabendo que as galinhas do grupo 2, receberam a nova cultura de bactérias feita por Pasteur, explique o que aconteceu com essas aves”*.

Quando os grupos responderam sobre as possibilidades que poderiam ter acontecido com as aves do grupo 2, ficou evidente que houve limitação para citar os fatores de forma mais complexa de modo a explicar com maior clareza e profundidade suas conclusões. Os **Grupos G1 e G4** defendem em suas hipóteses que as galinhas ficaram doentes, já os **Grupos G2 e G3** ressaltam que as galinhas morreram. Observe:

G1: Elas ficaram doentes também

G2: Morreram, pois não tinham o sistema preparado para receber a vacina

G3: Morreram, pois não tinham recebido a primeira dose

G4: Elas adoeceram, porém não tiveram risco de morte.

As respostas dadas pelos **Grupos G1 e G4** aparecem de forma simplificada, considerando apenas que as galinhas adoeceram, sem justificar por que eles chegaram a essa conclusão. Essa característica mostra que houve pouca troca de informação entre os alunos de ambos os grupos e parecem não estar entendendo a lógica dos experimentos e conceitos envolvidos para desenvolverem suas justificativas. Isso é notório quando o **Grupo 4**, emite na sua resposta que a cólera não era fatal para as galinhas.

As explicações dos **Grupos G2 e G3**, por sua vez, trazem dados (empíricos e teóricos) que sustentam suas hipóteses, mas, cabe salientar que, estes elementos não apresentam tantos conceitos da Biologia, limitam-se

apenas à consideração do recebimento da primeira dose da vacina, de modo que o sistema não estava preparado para combater os microrganismos inoculados.

Embora os grupos tenham levantado hipóteses para explicar o que pode ter acontecido com as galinhas, a falta de clareza e informações que explicitassem as relações de causalidade para o que ocorreu com tais aves, refletiram o desenvolvimento de respostas que não justificavam, de modo satisfatório, suas conclusões sobre quais fatores foram os responsáveis pela morte ou adoecimento das galinhas.

Cabe destacar também que esta questão instigava o aluno a produzir o conceito de atenuação e virulência, termos ainda não tratados ao longo do texto, que estavam interligados ao que aconteceu com as galinhas do grupo 1 e grupo 2 do experimento de Pasteur. Ao trabalhar esses termos com os alunos objetivando averiguar o entendimento dos mesmos sobre o experimento realizado por Pasteur no combate à cólera aviária, foi feito, na questão 5, o seguinte questionamento: *“As aves do grupo 1, quando inoculadas com a cultura deixada por meses nos tubos (primeira cultura), não morreram (apenas adoeceram), já as aves do grupo 2, não resistiram à inoculação (a nova cultura) e morreram. Como você explica esse fato?”*.

Nessa questão, objetivou-se que os alunos trouxessem em suas respostas todos os conhecimentos adquiridos até o momento da atividade, para assim obter explicações satisfatórias, bem como inserir na construção do conhecimento a definição de novos conceitos como: atenuação e virulência. Observe as explicações dadas pelos grupos abaixo:

G1: Esse fato aconteceu porque as bactérias presentes na primeira cultura estavam mais enfraquecidas do que na nova cultura.

G2: As aves do grupo 1 estavam mais preparadas para um ataque viral, enquanto o grupo 2 tinha um sistema imunológico menos resistente.

G3: NÃO RESPONDEU

G4: No grupo 1 elas receberam duas doses que as deixaram resistentes (enfraquecidas). Já no grupo 2, elas receberam só uma dose e o sistema imunológico não aguentou.

Na análise das respostas notou-se que as explicações dadas pelos grupos para sustentar o que ocorreu com as galinhas, ressaltam de forma simplificada aspectos relacionados a virulência e atenuação do composto biológico inserido nas aves, desconectando os fatores biológicos envolvidos (ação de anticorpos, ativação da memória imunológica das galinhas).

Nesse momento da atividade, ainda constatamos no **Grupo 02** erros conceituais, ligados a construção do conhecimento, quando os alunos citam que “ *As aves do grupo 1 estavam mais preparadas para um ataque viral*”, pois no texto e discussões ocorridas ao longo da atividade foi ressaltado, que, a cólera aviária era causada por ação de bactérias e não por vírus.

Ao final desta atividade, ficou evidente que a aprendizagem conceitual dos alunos ao longo da sequência de ensino investigativa passou por um processo de aprimoramento, devido a presença de explicações que retomam concepções científicas voltadas à Biologia e Imunologia, ao mesmo tempo que, simplificações são dadas para explicar os fatos. Essa característica é refletida na estrutura argumentativa dos alunos, devido a presença de poucos elementos do argumento em seus discursos, prevalecendo apenas dado, conclusão e conhecimento de base.

ENCONTRO 4. O USO DE VACINAS DEVE SER OPCIONAL?

Este último encontro, composto de duas aulas (100 minutos), teve por objetivo explorar os conceitos abordados nos encontros anteriores da sequência de ensino investigativa e, estimular o senso crítico dos alunos, a fim de criar um ambiente propício para a construção de argumentos, focalizando, sobretudo, a questão central da SEI, qual seja: O uso de vacinas deve ser opcional?

É notório que, todas as atividades investigativas desenvolvidas até esse encontro buscaram, tanto explorar as concepções prévias dos alunos, quanto construir novos conceitos, tendo em vista aspectos fundamentais relativos ao tema vacinas. Para tanto, discutiu-se como algumas vacinas foram produzidas ao longo dos séculos e, como esse fato foi primordial para a diminuição e erradicação de doenças no mundo inteiro; como as vacinas atuam no corpo, introduzindo-se os conceitos de imunização, virulência e atenuação, para que os alunos percebessem as relações existentes entre microrganismos e seres humanos e; os benefícios que as vacinas trouxeram para a humanidade.

Além da construção de conceitos na perspectiva sociocientífica, ao longo da SEI, enfatizou-se como os alunos realizavam a análise de dados e a elaboração de hipóteses em uma estrutura argumentativa, sendo estas características fundamentais das atividades investigativas.

Haja vista o desenvolvimento da SEI, neste último encontro foram disponibilizados aos alunos dois vídeos que abordavam o uso opcional de vacinas. Desse modo, foram considerados os diversos efeitos colaterais causados pelas vacinas, já que esse é um dos fatores responsáveis pela opção de não se vacinar, mesmo sabendo da sua importância para que o corpo humano se proteja contra agentes infecciosos e causadores de doenças. Por outro lado, abordou-se, a partir dos vídeos, que o sucesso da vacinação, gera um ambiente seguro, que permite que as pessoas desenvolvam estratégias alternativas em relação à prática da vacinação, dificultando, até certo ponto, que as pessoas tenham a real percepção do nível de eficácia de tais estratégias.

Isso, em parte, é um dos fatores responsável pelo aumento do número de adeptos ao movimento anti-vacina em todo o mundo. Logo, um dos propósitos desta atividade foi mostrar aos alunos argumentos defendidos pelos adeptos deste movimento, a fim de que os analisassem de forma crítica.

A análise deste encontro foi realizada por meio dos registros em vídeo de duas aulas geminadas que tiveram duração de 1 hora e 19 minutos. Após a transcrição, as aulas foram mapeadas e, segmentadas em episódios para verificar as práticas discursivas que ocorreram entre pesquisadora/docente e alunos.

A atividade deste encontro se inicia com a visualização do vídeo 1 intitulado “*Pais que decidiram não vacinar seus filhos*”. Esse vídeo ressalta que pais no mundo inteiro não estão vacinando seus filhos, passando a utilizar outras práticas como método de prevenção e imunização a doenças. Após assistir ao vídeo, os alunos foram solicitados a expor suas opiniões acerca dos questionamentos propostos pela professora, justificando suas respostas.

As transcrições nos possibilitaram verificar que os argumentos trazidos pelos alunos não remetem inicialmente às ideias apresentadas pelos grupos-antivacinas presentes no vídeo. Eles trazem para a discussão, a questão da religiosidade como fator intrínseco para que os pais não vacinem seus filhos, demarcando assim a dualidade existente entre ciência e religião. Por ser um embate rico, os alunos remetem aos conhecimentos discutidos no Encontro 2, ao ressaltar que a Igreja em muitos casos interviu nos trabalhos realizados por muitos cientistas, influenciando a sociedade por meio de “falsos relatos” para diversas práticas desenvolvidas pela ciência, dentre elas o processo de vacinação. Notamos também, que a intervenção da pesquisadora incentivou os alunos a reelaborar os comparativos para tal questão, trazendo não só o contexto da vacina, mas outros aspectos relacionados a saúde, em que a religião consegue intervir.

Observe no quadro 15 abaixo, excertos das discussões ocorridas neste momento:

Turno	Transcrição
8	Prof. Bom, como foi visto através do vídeo 1, muitos conceitos e aspectos já haviam sido discutidos nos encontros anteriores. Quem gostaria de ressaltar esses aspectos? Karina, qual sua opinião sobre os pais que não vacinam seus filhos?
9	A12. Como já ressaltai em uma aula anteriormente, muitos pais não vacinam seus filhos por diversos fatores, como por exemplo religiosos e cultural, mas de certa forma esta prática é errada, pois isso é conservadorismo. Logo, rsrs, continuo com a mesma opinião relacionada ao uso opcional da vacina, ou seja, não deve ser opcional.
10	Prof. Quem mais? Vamos dar a palavra a esse novo integrante da turma! Primeira aula de Biologia dele depois de três encontros!
11	A14. Eu professora?
12	Prof. Sim meu querido, você mesmo. Qual sua opinião?
13	A14. Eu acho que os pais que não vacinam não possuem conhecimento necessário para tomar essa decisão. Porque se acontecer alguma coisa errada, sempre relaciona à vacina. Muitos pais vão na internet e visualizam que a vacina faz mal, aí tomam a decisão de não vacinar os filhos e não percebem o erro que estão cometendo.
14	Prof. Mas que erros são esses?
15	A14. Ah professora... de deixar os filhos desprotegidos e com maior índice de pegar doenças.
16	Prof. Me explique mais uma coisa. Por que apesar da eficácia da vacina comprovada através de diversos experimentos, algumas pessoas não se habilitam a tomá-la?
17	A14. Eu conheço muitas pessoas que não utilizam dessa prática por conta do fator religioso. Na minha família tenho vários primos que não tomaram nenhuma vacina. Eles utilizam outros métodos que se dizem eficazes.
18	Prof. Mais alguém?
19	A9. O interessante professora é que a resistência para alguns processos definidos e apresentados pela ciência são taxados como inválidos principalmente pela religião. Por exemplo, e fugindo um pouco do assunto, as testemunhas de Jeová. São religiosos que não aceitam que nenhum de seus fiéis recebam transfusão sanguínea, mesmo que isso seja a saída para salvar a pessoa. Aí me pergunto até que ponto as descobertas da ciência não devem ser aceitas pelas pessoas por conta dos fatores religiosos? Por que acreditar que se Deus deu a vida, somente ele consegue trazer de volta? Mas será que os médicos que estão ali todos os dias, trabalhando arduamente não estão sendo usados e habilitados por Deus para salvar vidas também?
20	A7. Isso mesmo Heitor, até que ponto vemos a religião interferir na carreira de um médico e impossibilita-o de salvar uma vida. Muitos pensam que é melhor morrer que dar continuidade a vida.
21	Prof. Muito bem meninas, muito bom tocar nesse assunto. Isso só nos faz refletir que mesmo depois de muito tempo, o embate entre religião e ciência ainda existe. Esse

	<i>fator é tão verídico que tanto vocês como o colega ali, trouxeram relatos que comprovam este aspecto. Voltando ao contexto da vacina, esse fator religioso importa sim, na decisão do uso opcional da vacina,mas lembrando que existem outros aspectos relacionados como:filosóficos, culturais ou uso de outros métodos.</i>
--	--

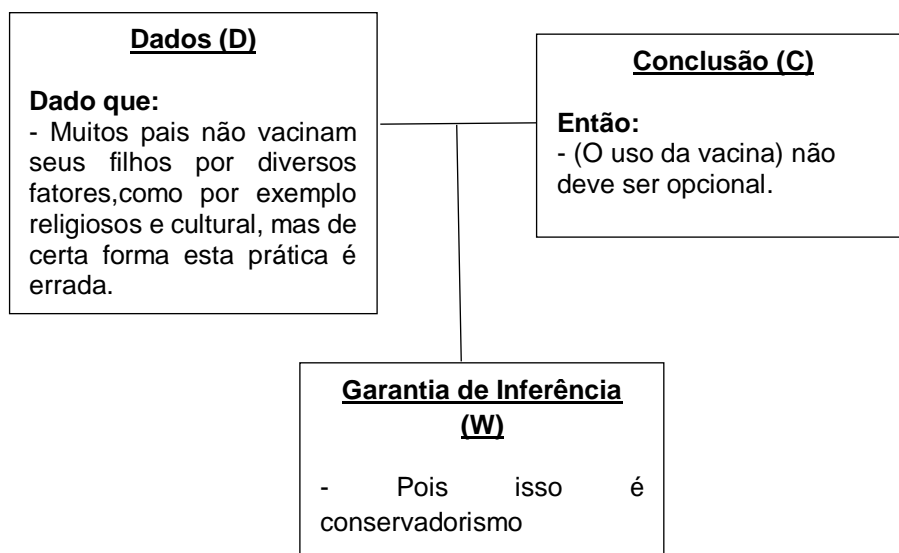
Quadro 15. Excertos das falas da docente e estudantes após visualização do vídeo 1.

Com relação à elaboração de argumentos, os alunos A12 e A14 trazem, ao se referir ao conteúdo, o embate dos diferentes pontos de vista dos pais em relação à vacinação e, a falta de informação para tomar tal decisão.

Quanto à estrutura do argumento, A12 apresenta como elementos: dado, conclusão e garantia de inferência.

Observe:

A12. *Como já ressaltai em uma aula anteriormente, muitos pais não vacinam seus filhos por diversos fatores,como por exemplo religiosos e cultural,mas de certa forma esta prática é errada, pois isso é conservadorismo. Logo rsrs,continuo com a mesma opinião relacionada ao uso opcional da vacina, ou seja, não deve ser opcional.*

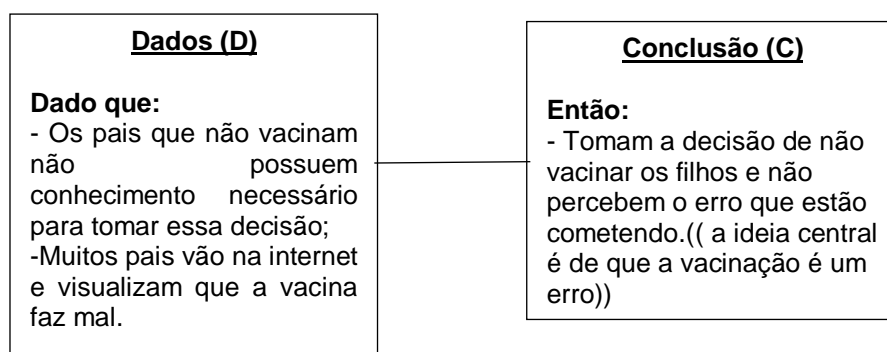


O dado apresentado faz com que o aluno conclua que o uso da vacina não deve ser opcional. O dado remete às ideias que sustentam os fatores pelos quais os pais não vacinam seus filhos. Isso faz com que essa prática persista na

sociedade, devido ao conservadorismo dos seus ideais e funciona como garantia de inferência, uma vez que estabelece a relação entre o dado e a conclusão.

O argumento de A14, traz como elementos: dado e conclusão. Os dados expressam como a falta de conhecimento aliado à influência digital favorecem a divergência na tomada de decisão quanto ao uso da vacina. Assim, o aluno conclui que esses fatores são propulsores para que os pais não vacinem seus filhos. Observe:

A14. *Eu acho que os pais que não vacinam não possuem conhecimento necessário para tomar essa decisão. Porque se acontecer alguma coisa errada, sempre relaciona a vacina. Muitos pais vão na internet e visualizam que a vacina faz mal, ai tomam a decisão de não vacinar os filhos e não percebem o erro que estão cometendo.*



Após intervenção da professora no turno 21, os alunos retomam novamente às discussões, agora rebatendo a eficácia da homeopatia como método de prevenção e imunização de doenças a qual foi informada no vídeo 1. Muitos homeopatas são contrários à vacinação, devido a dose de antígenos que a vacina contém. Essa dosagem de antígenos é o grande vilão, pois causa os efeitos colaterais. Na homeopatia, existem as “doses de prevenção”, que consistem em substâncias (antígenos) diluídas e utilizadas em forma de gotas, diversas vezes, fazendo com que efeitos colaterais não existam ou causem danos aos pacientes.

A discussão sobre os princípios da homeopatia, que se contrapõe ao uso de alopáticos, é complexa e não foi fomentada na aula. Vale ressaltar, todavia, que seria interessante abordar como as políticas públicas se posicionam diante

da “vacinação” homeopática, buscando compreender os argumentos que sustentam tal posição.

Nessa fase (Ver quadro 16), notamos que o aluno A5 traz, no turno 29, para explicar sua conclusão, informações adequadas em relação as garantias que existem sobre a eficácia das “vacinas homeopáticas”, pois poucos trabalhos foram publicados para que se possa contrastar sua real eficácia em relação às vacinas convencionais.

Turno	Transcrição
22	A8. <i>Isso professora, a mulher no vídeo tem até carteirinha de vacinação homeopática. Mas até que ponto o uso dessa prática pode garantir a imunização de uma pessoa?</i>
23	A3. <i>Eu mesmo acho isso impossível! Fora que ela também falou da alimentação saudável.</i>
24	Prof. <i>Mas por que você não concorda?</i>
25	A3. <i>Primeiro professora, hoje não existe alimentação saudável, tudo contém agrotóxico, ninguém faz horta em casa para tirar todo o sustento.</i>
26	Prof. <i>Bia, você acha o quê?</i>
27	A5. <i>Não sei que pergunta foi feita?</i>
28	Prof. <i>Mulher vamos lá, deixe te fazer a pergunta. O que você acha dos pais que utilizam outras práticas, como por exemplo, a homeopatia como método de proteção e imunização de doenças?</i>
29	A5. <i>Há sim, eu acho que isso não garante 100% de imunização. Isso é uma prática recente, que não se tem testes ou garantias que o filho não terá a doença. Isso da alimentação também acho que não protege totalmente. Porque imagine se alimentação salvasse alguém, não teria o porque dos anticorpos reconhecerem o alimento para criar memória imunológica. Ao contrário, o estômago lá com suas enzimas é que seriam responsáveis por nos proteger.</i>

Quadro 16. Excertos dos alunos relacionados ao uso da homeopatia como método de imunização.

Outra característica apresentada no discurso do aluno A5 é a prática de alimentação saudável como garantia para a proteção contra doenças. Para o aluno, se isso fosse verídico, o sistema imunológico estaria em junção total com o sistema digestório, com células de defesa que garantissem que as pessoas não ficassem doentes. Essa resposta mostra que o aluno tem domínio sobre as

interações que ocorrem entre os sistemas do corpo humano, e que cada sistema tem funções específicas. Logo, o sistema digestório tem função apenas de digerir e quebrar os alimentos em partes menores, os nutrientes, descartando o que o corpo não necessita.

Outro aspecto importante que deve ser considerado é o contraste de ideias entre os alunos e como estes avaliam as ideias deliberadas pelos colegas. Com isso, nota-se que não existe por parte dos alunos a preocupação em produzir um novo conhecimento no desenvolvimento da atividade investigativa, apenas ocorrem debates.

No decorrer da atividade, foi exibido o vídeo 2 intitulado “*Governo e médicos garantem que a vacina do HPV é segura*”. Neste vídeo são apresentados aos alunos os dramas de adolescentes que receberam a vacina do HPV e que, por algum motivo, tiveram reações adversas como paralisia cerebral e imobilidade, sendo que os médicos definem esses efeitos como reações psicológicas.

Com isso, a pesquisadora questiona até que ponto a reação às vacinas pode ser de ordem psicológica e não física (Ver quadro 17). Neste momento da discussão, os alunos trazem para o debate dados obtidos pelos meios de comunicação e também de experiências próprias para defender seus pontos de vista.

Turno	Transcrição
65	<i>Prof. E aí gente. Vocês acreditam que as pessoas podem ter reações psicológicas com relação à vacina? O que vocês acham?</i>
66	<i>A13. Ai professora depende. Por exemplo a vacina do HPV aqui no Brasil pelo menos a terceira dose foi suspensa. Mas será que todas as reações adversas que muitas meninas tiveram foram psicológicas?</i>
67	<i>A15. Isso mesmo. Porque eu vi na internet que umas meninas lá do Norte, não lembro a cidade, ficaram paradas um monte de dia, sem andar nem nada, depois de tomarem a vacina. Não acredito que foi psicológico.</i>
68	<i>Prof. Bom essa é uma questão que deve ser ponderada, já que reações adversas podem ocorrer de todas as instâncias, mas também nosso medo pode nos levar a sentir coisas. Num é? Por exemplo, às vezes alguém fala que se sentiu tão mal depois de tomar um medicamento ou até mesmo uma vacina, que acabamos criando</i>

	<i>isso na nossa cabeça, acreditando que seremos os próximos. Vamos lá. Quem aqui tomou vacina do HPV e teve reação?</i>
69	A1. <i>Eu não tive.</i>

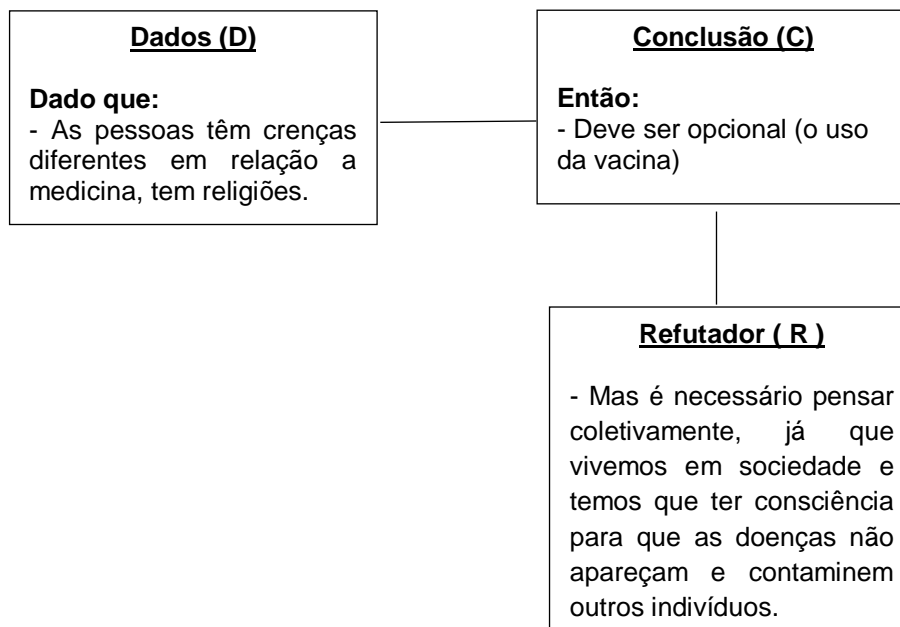
Quadro 17. Excertos sobre a discussão sobre os efeitos colaterais das vacinas.

A discussão da turma na fase final do encontro, remeteu à questão problema da sequência de ensino investigativa, em que os alunos deveriam decidir se o uso da vacina deveria ser opcional, justificando suas conclusões. Após análise das respostas, verificou-se que do montante de 17 alunos que participaram desta atividade 10 (58%) acreditam que a vacinação deve ser uma prática opcional; 04 (24%) defendem que o uso não seja opcional; 02 (12%) não apresentam uma posição concreta sobre a opcionalidade e, 01 (6%) não soube responder. Para uma melhor visualização dos argumentos separamos os alunos e suas respostas em grupos.

No **Grupo 1**, se inserem os alunos (A1, A3, A4, A7, A8, A10, A13, A15, A16, A17) que defendem o uso opcional da vacina. Quanto a estrutura dos argumentos, tendo em vista os elementos propostos no modelo do Argumento de Toulmin, vemos que aparecem conclusões que remetem à opcionalidade do uso da vacina e, em alguns desses argumentos refutadores que ressaltam que a não vacinação deve ser pensada coletivamente, já que essa é uma questão social.

Quanto à estrutura do argumento, segue exemplo:

A3. *Para mim sim, pois as pessoas têm crenças diferentes em relação a medicina, tem religiões, logo deve ser opcional. Mas é necessário pensar coletivamente, já que vivemos em sociedade e temos que ter consciência para que as doenças não apareçam e contaminem outros indivíduos.*

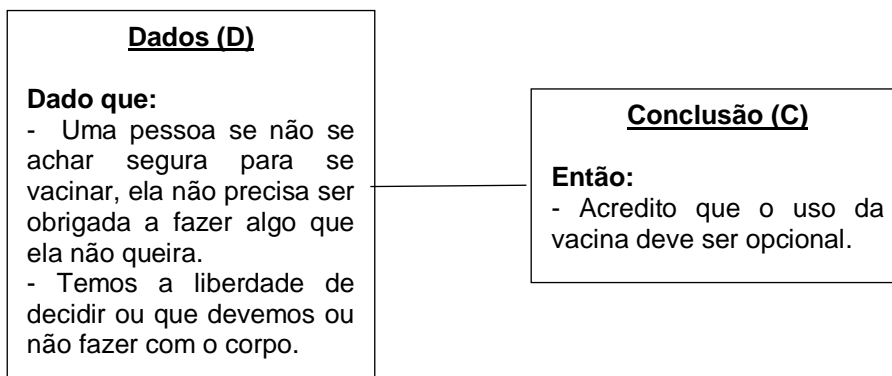


No argumento A3, verificou-se que o dado expressa ideias expostas no vídeo e nas discussões ocorridas nas aulas relacionados às crenças que os indivíduos possuem. A partir desse dado, o aluno apresentou sua conclusão, expressando que o uso da vacina deve ser opcional. Todavia, o aluno ressalta, por meio do refutador, que essa decisão deve ser pensada coletivamente, já que a não vacinação pode gerar doenças entre os indivíduos. Esse refutador nos faz refletir sobre certa “incoerência” apresentada na resposta do aluno, pois o mesmo conclui que o uso da vacina deve ser opcional, mas ao mesmo tempo ressalta que essa decisão deve ser pensada coletivamente. Porém, essa dissonância entre conclusão e refutador não foi aprofundada no argumento.

Vale ressaltar que a presença de refutadores seguindo essa linha de raciocínio, em alguns dos argumentos desse grupo (58%), é algo considerado adequado do ponto de vista da mensagem que a SEI buscava promover aos alunos pois, há que se considerar que o uso de vacinas não pode ser percebido como uma opção individual, visto que a erradicação de doenças faz sentido se for pensada para um coletivo.

Passemos para o próximo argumento:

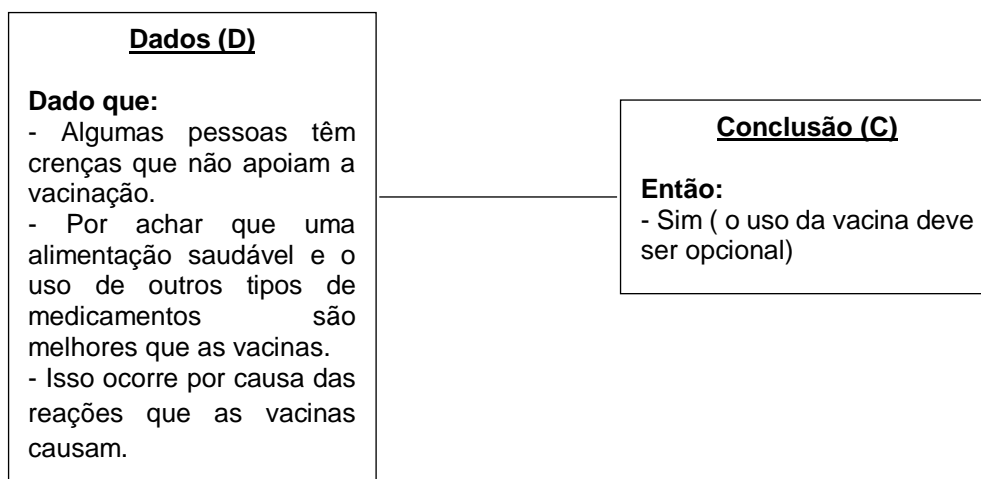
A10. *Uma pessoa se não se achar segura para se vacinar, ela não precisa ser obrigada a fazer algo que ela não queira, pois todos temos a liberdade de decidir ou que devemos ou não fazer com o corpo, então acredito que o uso da vacina deve ser opcional.*



No argumento A10, pode-se verificar que os dados elencados pelo aluno, expressam a vacinação como um processo não obrigatório e que todo indivíduo tem livre arbítrio para tomar suas decisões, o que o fez concluir que o uso da vacina deve ser opcional. Os dados e conclusão desse aluno remete o discurso de liberdade de algumas pessoas, no entanto, há que se considerar que A10 não analisa criticamente a ideia de decisão individual, ferindo o coletivo, sendo que tal concepção não se sustenta em uma sociedade.

Passemos para o próximo argumento:

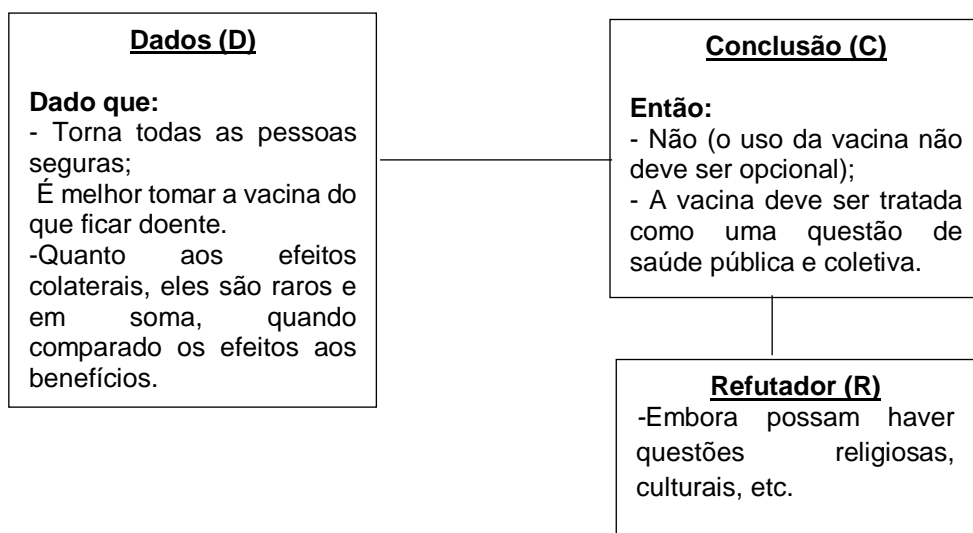
A17. *Sim, pois algumas pessoas têm crenças que não apoiam a vacinação por achar que uma alimentação saudável e o uso de outros tipos de medicamentos são melhores que as vacinas. Isso ocorre por causa das reações que as vacinas causam.*



Diferentemente dos argumentos de A3 e A10, o argumento do aluno A17 traz exemplos, através dos dados de outras práticas que garantem que as pessoas não adquiram doenças. Outra característica desse argumento é a presença de exemplos para justificar sua conclusão, ao informar que as reações adversas provocadas após a administração das vacinas fazem com que muitas pessoas tomem essa decisão de não se vacinar. Logo, conclui que é a favor da opcionalidade do uso das vacinas.

No **Grupo 2**, se inserem os alunos que defendem que o uso da vacina não deve ser opcional (A5, A6, A9, A12). Quanto ao conteúdo, os alunos nas suas conclusões defendem que o uso da vacina garante que as pessoas não contraiam doenças ao longo de suas vidas e, sobretudo, consideram a questão da vacinação levando em conta o aspecto da coletividade.

A12. *Não, pois embora possam haver questões religiosas, culturais, etc, a vacina deve ser tratada como uma questão de saúde pública e coletiva. Isso torna todas as pessoas seguras. Quanto aos efeitos colaterais, eles são raros e em soma, quando comparado os efeitos aos benefícios é melhor tomar a vacina do que ficar doente.*



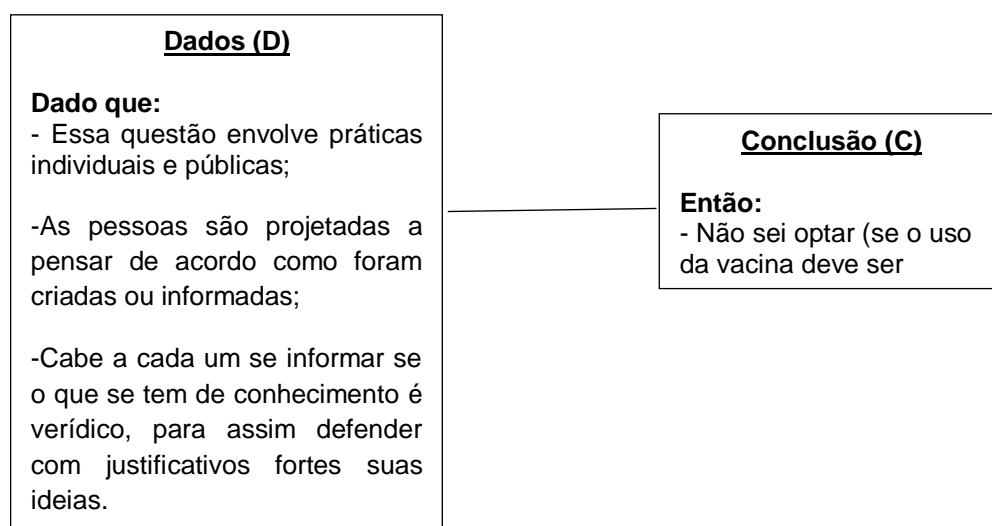
Podemos verificar que, no argumento A12, os dados expressam que a vacinação é a forma mais eficaz de se proteger contra doenças, mesmo com os efeitos colaterais que possam aparecer após sua administração. Com base nessas ideias, chega-se à conclusão de que, apesar de todo embate existente na sociedade, o uso da vacina não deve ser opcional, já que é uma questão

social, pública e de saúde. Entretanto como proposto pelo refutador, questões religiosas e culturais podem influenciar na tomada de decisão.

A exemplo do argumento de A12, os demais desse grupo, de forma consistente, levam em conta os aspectos da coletividade, o qual é fundamental quando se pensa na questão da vacinação.

No **Grupo 3**, se inserem os alunos que não apresentaram uma justificativa concreta sobre a opcionalidade ou não da vacina (A2, A11). Quanto ao conteúdo os alunos apresentam nas suas conclusões que a questão individual e social entra em embate para que as pessoas tomem suas decisões.

A11. *Na verdade, eu não sei optar. Essa questão envolve práticas individuais e públicas, as pessoas são projetadas a pensar de acordo como foram criadas ou informadas. Cabe a cada um se informar se o que se tem de conhecimento é verídico, para assim defender com justificativos fortes suas ideias.*



O argumento de A11, possui a mesma estrutura do argumento de A17 (Grupo 1). O aluno traz no seu dado, a vacinação como processo individual e público, isso faz com que o aluno não saiba opinar sobre a opcionalidade do uso da vacina.

Diante dos resultados e discussões apresentados, nota-se alguns aspectos que cabem ser discutidos ainda nesta seção. Consideremos, inicialmente, o movimento didático ocorrido durante toda a aplicação da sequência de ensino investigativa. Apesar de termos investido na elaboração de

argumentos pelos alunos no sentido de refletirem sobre os movimentos pró e anti-vacinas, o propósito foi que elaborassem um olhar crítico sobre esse embate, de modo que percebessem, sobretudo, as fragilidades dos argumentos daqueles que fazem parte dos grupos anti-vacinas, do ponto de vista da ciência. Tais argumentos foram disponibilizados em um dos vídeos deste último encontro.

Mesmo com o investimento nessa direção, alguns alunos parecem não ter percebido o processo de vacinação como algo importante para a saúde da sociedade e que o comportamento de defensores do movimento anti-vacinas pode comprometer um esforço historicamente construído pela ciência e por políticas públicas no sentido de garantir qualidade de vida e longevidade para a humanidade.

Não negamos que os aspectos envolvidos na produção, armazenamento e manipulação das vacinas devam ser vistos de forma crítica, de modo a se considerar como estes podem resultar em efeitos colaterais que venham a interferir na vida dos indivíduos. Há que se levar em conta que todo medicamento envolve tais efeitos e que a ponderação entre riscos e benefícios faz parte do processo de análise do seu uso.

A problemática da vacinação proposta pela SEI de nossa pesquisa, por sua vez, vai além de uma questão pessoal e, trazendo assim, uma discussão mais profunda que requer argumentos os quais, para se tornarem bem elaborados, necessitam de uma série de informações que se articulem como dados, garantias de inferências e conhecimentos de base consistentes. Nesse sentido, passou-se a refletir sobre como a SEI e seu desenvolvimento pode ser alterada de modo a garantir esse aspecto.

Analisando criticamente a SEI nessa perspectiva, o nosso olhar recai sobre a ausência de dados epidemiológicos, os quais explicitam a relação entre uso e não uso de vacinas e a disseminação de doenças. Isso provavelmente evidenciaria o quanto a decisão individual pelo uso ou não de vacinas repercute no coletivo. Tais dados, certamente, seriam elementos fundamentais para o aprofundamento da problemática proposta pela SEI, possibilitando uma melhor elaboração do olhar do aluno sobre a mesma, evitando também que a professora

colocasse uma resposta final e decisiva para a questão de modo a suplantar o raciocínio crítico dos alunos.

Por mais que a discussão em sala de aula entre professor e alunos tenha ocorrido, consideramos que os dados disponibilizados podem ser percebidos como insuficientes para o convencimento dos alunos para a importância da vacinação. Isso se fez refletir na construção dos argumentos, pois os mesmos no decorrer das atividades, não apresentaram, em sua maioria, o aprimoramento esperado.

Os qualificadores e refutadores não apareceram com tanta constância devido à própria construção e desenvolvimento da SEI, que não fomenta discussões que deem suporte para o aparecimento desses elementos, pois a elaboração de atividades voltadas aos aspectos históricos restringe em parte a construção de argumentos, auxiliando mais a construção de conceitos.

Notamos também que a pesquisadora/docente, não investiu ao final da SEI, em dados com algoritmos numéricos ligados aos fatores epidemiológicos, como uso de simuladores ou gráficos, que mostrassem aos alunos como a vacinação é de suma importância, para que a disseminação de doenças entre os indivíduos não aconteça com tanta incidência, mostrando que a decisão de não se vacinar afeta a vida do outro.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

No presente trabalho, foram analisadas as explicações e os argumentos elaborados por estudantes do 1º ano do ensino médio do Colégio de Aplicação da UFS em resposta às questões propostas nos questionários e nos diálogos ocorridos na sala de aula, ao longo de uma SEI sobre o uso de vacinas. Tais análises nos proporcionaram compreender como a apropriação conceitual envolveu conceitos da biologia e imunologia, bem como os modos de argumentar empregados pelos alunos.

Considerando o objetivo geral, notamos que os alunos, ao longo da atividade investigativa, elaboraram argumentos que possuíam poucos elementos do Padrão do Argumento de Toulmin, prevalecendo a aparição de dados e conclusões, fazendo com que os argumentos apresentados não fossem considerados sofisticados.

Consideramos que o TAP foi uma ferramenta importante para a análise das questões argumentativas, pois por meio desse modelo observamos como os alunos construíram seus conhecimentos ao longo da sequência de ensino investigativa e, que atrativos deveriam ser adicionados à atividade para que o objetivo almejado tivesse se concretizado por completo.

Os resultados também mostraram que as questões propostas pela SEI foram importantes e adequadas para que os alunos entendessem o fazer científico, mesmo com as dificuldades apresentadas na resolução das questões. Isso é notório quando alguns alunos conseguem articular os conhecimentos científicos em seus argumentos para responder às questões propostas.

A SEI contribuiu para o processo de aprendizagem dos alunos, já que houve ressignificações e construção significados ao longo das atividades, ou seja, além de se mostrar como movimento que busca solucionar um problema, a atividade investigativa proposta promoveu a articulação dos processos conceitual, escrito e de leitura, fazendo com que os alunos interpretassem a realidade em que vivem.

A atividade investigativa também potencializou as interações e práticas epistêmicas entre os alunos, pois a todo instante surgiam perguntas, hipóteses

e socialização de argumentos, favorecendo a relação de comparação e coordenação de diferentes pontos de vista em torno da vacinação, elencando assim a construção de novos conhecimentos. Por meio de questões de natureza explicativa, além de ser possível mostrar o papel das evidências para a elaboração de explicações causais (relacionando dados e conclusões por meio de justificativas de caráter hipotético), também foi possível fazer com que os alunos caracterizassem sua fundamentação teórica.

Cabe destacar que, mesmo depois da aplicação da SEI, o processo de vacinação não é visto pela maioria dos alunos como um fator primordial na prevenção de doenças, apesar de a ciência investir diariamente em pesquisas para a erradicação das mesmas. Logo, o pensamento sobre o papel do coletivo em torno do uso da vacina por parte da maioria dos alunos é precário, revelando uma lacuna na elaboração e aplicação da SEI. Consideramos que o fator fundamental relativo a tal aspecto foi a ausência de uma discussão mais sistemática sobre dados epidemiológicos, os quais evidenciassem a relação entre número de vacinados (e não vacinados) e a proliferação de doenças

A pouca experiência da docente/pesquisadora em utilizar estratégias que promovessem a argumentação científica no contexto escolar, de certa forma, também contribuiu para que os alunos não se empenhassem tanto na elaboração de seus argumentos. Cabe destacar, todavia, que muitas pesquisas ressaltam que a abordagem argumentativa na formação inicial e continuada dos professores é recente e, quando abordada ocorre de forma pouco sistemática.

Portanto acreditamos que este trabalho pode contribuir para que novas pesquisas sejam realizadas em torno da argumentação no ensino de Biologia, pois é necessário que os professores desenvolvam habilidades que fomentem o discurso argumentativo em sala de aula, considerando temas sociocientíficos, tais como o que usamos em nossa pesquisa. Isso pode ser realizado por meio do investimento na elaboração de sequências de ensino que proporcionem ao aluno participar, investigar e argumentar sobre os conhecimentos científicos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, P. FIGUEREDO, O. GALVÃO, C. A argumentação em tarefas de manuais escolares portugueses de biologia e de geologia. **Investigações em Ensino de Ciências** – V17(3), p. 571-591, 2012.

ANDRADE, M. J. D.; ABÍLIO, F. J. P. Alfabetização Científica no Ensino de Biologia: Uma Leitura Fenomenológica de Concepções Docentes. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, RBPEC 18(2), p. 429–453, 2018.

BERLAND, L.K.; MCNEILL, K.L. For Whom Is Argument and Explanation a Necessary Distinction? A Response to Osborne and Patterson. **Science Education**, v. 96, p. 808-813, 2012.

BILLIG, M. **Arguing and thinking**. Cambridge: Cambridge University Press, 1996.

CAMILLO, J. MATTOS, C. Educação em Ciências e a teoria da atividade cultural-histórica: contribuições para a reflexão sobre tensões na prática educativa. **Revista Ensaio**. Belo Horizonte. Vol. 16, nº 1, p. 211-230, 2014.

CAPECCHI, M.C.M.; CARVALHO, A.M.P. Argumentação em uma aula de conhecimento físico com crianças na faixa de oito a dez anos. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.5, p. 171-189, 2000.

CORAZZA, M. J. PEDRANCINI, V. D. Interações discursivas e a elaboração dos conceitos de raça e espécie em aulas de Biologia. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias** Vol. 13, n 1, p.18-31, 2014

DAWSON, V. M.; VENVILLE, G. Teaching Strategies for Developing Students' Argumentation Skills About Socioscientific Issues in High School Genetics. **Research in Science Education**, n. 40, p. 133–148, 2010.

DENZIN, N. K.; LINCOLN, Y. S. The discipline and practice of qualitative research, p. 1-36. In: DENZIN, Norman K; LINCOLN, Yvonna S. **Handbook of Qualitative Research**, Thousand Oaks: Sage, 2000.

DRIVER, R.; NEWTON, P.; OSBORNE, J. Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. **Science Education**, v.84, n.3, p.287-312, 2000.

DUSCHL, R. A. Science education in three-part harmony: Balancing conceptual, epistemic, and social learning goals. In Kelly, G. J., Luke, A., & Green, J. (Orgs.). **What Counts as Knowledge in Educational Settings: Disciplinary Knowledge, Assessment, and Curriculum**, p. 268-291, 2008.

Erduran, S. (2007). Methodological Foundations in the Study of Argumentation in Science Classrooms. In Erdura, S., & Jiménez-Aleixandre, M. P. (Orgs.). **Argumentation in Science Education**. Perspectives from Classroom-Based Research (p. 47-69). Dordrecht, The Netherlands: Springer.

_____; SIMON, S.; OSBORNE, J. Tapping into argumentation: Developments in the application of Toulmin's argument pattern for studying science discourse. **Science Education**. n 88, p. 915-933. 2004

ERDURAN, S.; JIMÉNEZ, M.P.A. **Argumentation in science education: Perspectives from classroom-based research**. New York: Springer, 2008.

FERREIRA, N. S. de A. As pesquisas denominadas "estado da arte". **Revista educação e sociedade**, nº 79, p. 257-272, 2002.

FREIRE, C. C. Argumentação e explicação no ensino de Ecologia. **Dissertação de Mestrado**. Faculdade de Educação, São Paulo, 2014.

GARCIA-MILA, M.; GILABERT, S.; ERDURAN, S.; FELT, M. The Effect of Argumentative Task Goal on the Quality of Argumentative Discourse. **Science Education**, v. 97, n. 4, p. 497–523, 2013.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social** - 6. ed. - São Paulo : Atlas, 2009.

HOCHMAN, G. Vacinação, varíola e uma cultura da imunização no Brasil. **Ciênc. saúde coletiva [online]**. 2011, vol.16, n.2, p.375-386.

LIMA, D. J.. Formação docente para educar jovens e adultos na diversidade / Daniela de Jesus Lima. **Dissertação (mestrado) – Universidade Federal da Bahia**. Faculdade de Educação, Salvador, 2012.

JIMÉNEZ, M.P.A.; ERDURAN, S. Designing argumentation learning environments. In: ERDURAN, S.; JIMÉNEZ, M.P.A. (Eds.). **Argumentation in science education: Perspectives on classroom-based research**. New York: Springer, 2008. p. 91-116.

_____.; RODRIGUEZ, A. B.; DUSCHL, R. A. "Doing the lesson "or" Doing Science": Argentinian High School Genetics. **Science Education**, v.84, n. 6, p.757-792, 2000.

KELLY, G. J. Inquiry, activity, and epistemic practices. In: INQUIRY CONFERENCE ON DEVELOPING A CONSENSUS RESEARCH AGENDA, 2005, **New Brunswick. Proceeding of Inquiry Conference on Developing a Consensus Research Agenda**. New Brunswick: 2005

_____, DUSCHL, R. A. Toward a research agenda for epistemological studies in science education. In: **Annual meeting of national association of research in science teaching (narst)**, 75., 2002, New Orleans. Proceeding of the NARST Annual Meeting. Reston: NARST, 2002.

_____, TAKAO, A. Epistemic levels in argument: An analysis of university oceanography students' use of evidence in writing. **Science Education** - Volume 86, Issue 3. p. 314–342. 2002.

_____, LINCONA, P. **Epistemic Practices and Science Education** Science: Philosophy, History and Education, 2018.

KRASILCHIK, M. **Prática de ensino de Biologia**. São Paulo: Edusp, 2004.

Krasilchik, M., & Marandino, M. Ensino de Ciências e Cidadania. 2. ed. São Paulo: Ed. Moderna, 2007.

LEMKE, J. Articulating Communities: Sociocultural Perspectives on Science Education. **Journal of Research in Science Teaching**. Vol. 38, nº 3, p. 296-316, 2001.

LETTA, L. A. As ações do(a)professor(a)no ensino fundamental I ao aplicar uma sequência de ensino investigativa(SEI). Dissertação (Mestrado), Universidade de São Paulo. São Paulo, 2014.

MAYR, E. **Biologia, ciência única: reflexões sobre a autonomia de uma disciplina científica**. São Paulo, SP: Companhia das Letras, 2005.

MANTOVANI F.L, SOUZA F.L, CASEMIRO J.L.A, MAIDANA J.G, ASSIS L.A.F, MARINS M.T, VENTO P.E.V, LOVAGLIO U.S, ASSIS J.C, TOWATA, N, SCARPA D.L, URSI, S. Sequência didática Mata Atlântica - Restinga. **In: Ensino por investigação: Sequência didática “Mata Atlântica - Restinga”**. São Paulo: Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, 2016.

MEC (2008). Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: Secretaria da Educação Básica.

MENDES, M. R. M. A argumentação em discussões sociocientíficas: o contexto e o discurso / **Tese (Doutorado) – Universidade de Brasília**, Faculdade de Educação, 2012.

MINAYO, M. C. . S. (org.). **Pesquisa Social. Teoria, método e criatividade**. 18 ed. Petrópolis: Vozes, 2001.

MONTEIRO, P.C. RODRIGUES, M.A , SANTIN FILHO, O. Experimentos com abordagem investigativa propostos por licenciandos em Química. XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2017.

MORAES, R. Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. **Revista Ciência e Educação**. vol.9, n.2, pp.191-211, 2003.

MYERS, G. **Writing biology**: texts in the social construction of scientific knowledge. Madison, WI: The University of Wisconsin Press, 1990.

NASCIMENTO, E. D. O. SILVA, A. C. T., FREIRE, F. A. Atividades investigativas e práticas epistêmicas no ensino de Ciências. **Scientia Plena**. Vo. 10, nº4, 2014.

OLIVEIRA, D. O ethos como estratégia argumentativa nos editoriais da revista Caros Amigos. EID&A - **Revista Eletrônica de Estudos Integrados em Discurso e Argumentação**, Ilhéus, n.2, p. 39-51, mai. 2012.

OLIVEIRA, I. S. BOCCARDO, L. JUCÁ-CHAGAS, R. Análise de uma prática pedagógica, com vistas para a zoologia evolutiva, baseada na solução de problemas. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias** Vol. 16, Nº 3, 516-539, 2017.

OROFINO, R. D. TRIVELATO, S. L. F. O uso de conceitos científicos em argumentos em aulas de biologia. **Investigações em Ensino de Ciências – V20(3)**, pp. 116-130, 2015

OSBORNE, J. Arguing to learn in science: the role of collaborative, critical discourse. **Science Education**, v. 328, p. 463-466. 2010.

_____; ERDURAN, S.; SIMON, S. TAPing into argumentation: developments in the application of Toulmin's argument pattern for study science discourse. **Science Education**. v.88, Issue number 6. 2004.

_____; PATTERSON, A. Scientific Argument and Explanation: A Necessary Distinction? **Science Education**, v. 95, p. 627-638, 2011.

PEDASTE, M.; MÄEOTS, M.; SIIMAN, L., SISWA, T. J.; KAMP, E. T.; ZACHARIA, Z. C.; TSOURLIDAKI, E. Phases of inquiry-based learning: definitions and the inquiry cycle. **Educational Research Review** 14 (47-71), 2015.

PERELMAN. C.; TYTECA. L.. **Tratado de Argumentação**. São Paulo, Martins Fontes, 2005.

PEREZ, D. M.; REBECHI, D.; AZEVEDO, K.L.; SCHREINER, P. G.; MATTIA, R. C.; SLOWIK, R.; OLIVEIRA, O. B. Temas polêmicos e a argumentação de estudantes do curso de ciências biológicas. **Revista Ensaio**, v.13, n.03, p.135-150, 2011.

PLANTIN, C. **A Argumentação: História, teorias e perspectivas**: Trad: Marcos Marcionilo. São Paulo: Parábola, 2008.

PONTECORVO, C. Discutir, argumentar e pensar na escola – o adulto como regulador da aprendizagem. In: C. PONTECORVO; A.M. AJELLO; C. ZUCCHERMAGLIO, 2005, **Discutindo se aprende - interação social, conhecimento e escola**. Capítulo 4. Trad.: C. Bressan. Porto Alegre: Artmed. 2005.

RATZ, S. V. S. MOTOKANE, M. T. A construção dos dados de argumentos em uma Sequência Didática Investigativa em Ecologia. **Revista Ciência e Educação**, vol.22, no.4, p.951-973, 2016

SÁ, L. P. Estudo de casos na promoção da argumentação sobre questões sócio-científicas no ensino superior de Química. 278 p. **Tese (Doutorado em Química) – Universidade Federal de São Carlos**, São Carlos, 2010

_____; KASSEBOEHMEN, A. C.; QUEIROZ, S. L. Esquema de argumento de Toulmin como instrumento de ensino: explorando possibilidades. **Revista Ensaio**. Belo Horizonte, v.16, p147-160, 2014.

SADLER, T. D.; DONNELLY, L. A. Socioscientific argumentation: the effects of content knowledge and morality. **International Journal of Science Education**, 28(12), p.1463–1488, 2006.

SANDOVAL, W.A; REISER, B. J. Explanation-driven inquiry: integrating conceptual and epistemic scaffolds for scientific inquiry. **Science Education**, n. 88, p. 345-372, 2004.

SANTOS, W.L.P. Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. **Revista Ciência & Ensino**, vol. 1, 2007.

SASSERON, L. H. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v,17. p. 49-67, 2015.

_____, DUSCHL, R. Ensino de Ciências e as práticas epistêmicas; o papel do professor e o engajamento dos estudantes. **Investigações em Ensino de Ciências**. v.21, p. 52-67, 2016.

_____. CARVALHO, A. M. P. Ações e indicadores da construção do argumento em aulas de ciências. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v,15. p. 169-189, 2013.

_____. CARVALHO, A. M. P. Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 13, n. 3, p. 333-352, 2008.

_____. CARVALHO, A. M. P. Construindo argumentação na sala de aula: a presença do ciclo argumentativo, os indicadores de alfabetização científica e o padrão de Toulmin. **Revista Ciência e Educação**, v. 17, n. 1, p. 97-114, 2011

SCARPA, D. L.; SILVA, M. B. A Biologia e o ensino de Ciências por investigação: dificuldades e possibilidades. In: CARVALHO, A. M. P. (org.). **Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

_____; SASERRON, L. H.; SILVA, M. B. O Ensino por Investigação e a Argumentação em Aulas de Ciências Naturais. **Tópicos Educacionais**, Recife, v. 23, n.1, p.7-27, jan/jun. 2017

SILVA, A. C. T. Interações discursivas e práticas epistêmicas em salas de aula de ciências. **Revista Ensaio**. Belo Horizonte.v.17 n. especial. p. 69-96. 2015.

_____. Qualidade dos argumentos de professores de química e física em formação sobre temas da educação em ciências. Relatório final de estágio pós-doutoral. **Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência Faculdade de Ciências-Unesp – Campus Bauru**, 2017.

SILVA, M. L. M. SILVA, M.G.L. Argumentação no ensino de Biologia: uma experiência no ensino médio. **ACTIO**, Curitiba, v. 1, n. 1, p. 70-86, jul./dez. 2016.

SILVA, M. B. TRIVELATO, S. L. F. A mobilização do conhecimento teórico e empírico na produção de explicações e argumentos numa atividade investigativa de biologia. **Investigações em Ensino de Ciências – V22 (2)**, pp. 139-153, 2017

SILVA, R. L. SALOMÃO, S. R. Argumentação em aulas de temas evolutivos: um exercício de análise. **Revista de Ensino de Biologia**, n.7, 2014.

TEIXEIRA, F. M. T. Fazeres pedagógicos e pesquisa sobre argumentação no ensino de ciências. In: Encontro Nacional de Pesquisadores em Educação em Ciências, 6, 2007, Florianópolis. Anais. Florianópolis, 2007.

TEIXEIRA, P. M. M. Pesquisa em ensino de Biologia(1972-2004): um estudo baseado em dissertações e teses. **Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação, São Paulo**, 2008.

TRINDADE, M. REZENDE, F. Novas perspectivas para a abordagem sociocultural na educação em Ciências: aportes teóricos de John Dewey e de Ludwig Wittgenstein. **Revista Electronica de Ensenanza de las Ciencias**. Vol.9,nº 3, 487-504, 2010.

TRIVELATO, S. F. L; TONIDANDEL, S.M.R. Ensino por investigação: eixos organizadores para sequências de ensino de biologia. **Revista Ensaio**. Belo Horizonte, v.17, p. 97-114, 2015

TOULMIN, S. E. **Os usos do argumento**. São Paulo: Martins Fontes, 2006.

VALLE, M. G. A argumentação na produção escrita de professores de ciências: implicações para o ensino de genética, 2009. **Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo**, 2009.

VAN EEMEREN, F.H. et al. **Fundamentals of argumentation theory: A handbook of historical backgrounds and contemporary developments**. Mahwah: Lawrence Erlbaum, 1996.

VAN EEMEREN, F., & GROOTENDORST, R. **A Systematic Theory of Argumentation**. The pragma-dialectical approach. p. 1–9. Cambridge: Cambridge University Press, 2004.

VASCONCELLOS, S.P. R. ; CASTIEL, L. D.; GRIEP, R. H. A sociedade de risco midiaticizada, o movimento antivacinação e o risco do autismo. **Ciênc. saúde coletiva [online]**. 2015, vol.20, n.2, pp.607-616.

VAZ, A.; TOLEDO, M. A Teoria da Argumentação de Chaim Perelman. ALETHES: **Periódico Científico dos Graduandos em Direito da UFJF**, nº 1, Ano 1, 2010.

VIEIRA, R. D.; NASCIMENTO, S. S. A argumentação em sala de aula de física: limites e possibilidades de aplicação do padrão de Toulmin. In: NASCIMENTO, S. S, PLANTIN, C. (org.) **Argumentação e o ensino de Ciências**. Curitiba: Editora CRV, 2008.

VIEIRA, R.D.; NASCIMENTO, S. S.; MELO, V.F.; BERNARDO, J. R. R. Argumentação e orientações discursivas na educação em ciências. **Revista Ensaio**. Belo Horizonte. v.17, p. 707-725, 2015.

VYGOTSKY, L. S. **A construção do Pensamento e da Linguagem**. São Paulo: Editora WMF Martins Fontes, 2009.

YIN, R.K. **Case Study Research: Design and Methods**. Thousand Oaks: Sage Publications, 2003.

ZOHAR, A.; NEMET, F. Fostering Students' Knowledge and Argumentation Skills Through Dilemmas in Human Genetics. **Journal of Reserch in Science Teaching**, v.39, n.1, p. 35-62, 2002.

ZOMPERO, A. F.; LABURÚ, C. E.. **Atividades investigativas para as aulas de ciência**: um diálogo com a teoria da aprendizagem significativa. Curitiba: Appris, 2016.

ANEXOS



Anexo 1

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (PAI, MÃE OU RESPONSÁVEL PELO ALUNO(A) MENOR DE IDADE)

Eu, _____,
responsável pelo menor

_____,
aluno (a) do Colégio de Aplicação da Universidade Federal de Sergipe, dou consentimento para que ele(a) participe da pesquisa de mestrado intitulada: “A construção de argumentos em aulas de Biologia: Controvérsias em torno da vacina”, coordenada pela Prof.^a Gleice Prado Lima, matriculada na UFS (201711007430), orientada pela Prof.^a Dr.^a Adjane da Costa Tourinho e Silva.

O meu consentimento da-se nas seguintes condições:

- 1) Autorizo a filmagem, em video, da aplicação da Sequência de Ensino Investigativa, entre outubro e novembro de 2018, das quais o referido (a) aluno (a) participa.
- 2) Autorizo o uso dos dados em vídeo para produção de transcrições e análise, desde que os resultados apresentados em congressos, periódicos especializados e outras publicações científicas, mantenham o anonimato do(a) referido(a) aluno(a).
- 3) Mesmo tendo aceitado participar da pesquisa, o(a) referido(a) aluno(a), por diferentes motivos, pode abandoná-la em qualquer momento sem sofrer quaisquer tipos de dano.

Declaro haver lido o presente termo e entendido as informações fornecidas pela coordenadora da pesquisa e sinto-me esclarecido(a) para permitir a participação, como sujeito, do(a) aluno(a) acima citado, do(a) qual sou responsável.

Por ser verdade, firmo o presente, em três vias, duas das quais serão devolvidas ao pesquisador e uma ficara em meu poder.

Aracaju, _____ de _____ de 2018

Assinatura: _____

Documento de identidade do pai ou responsável: _____

Telefone para contato: (79) 999479599/ Email: gleicepl.biologia@gmail.com

Anexo 2**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE****COLÉGIO DE APLICAÇÃO****SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA**

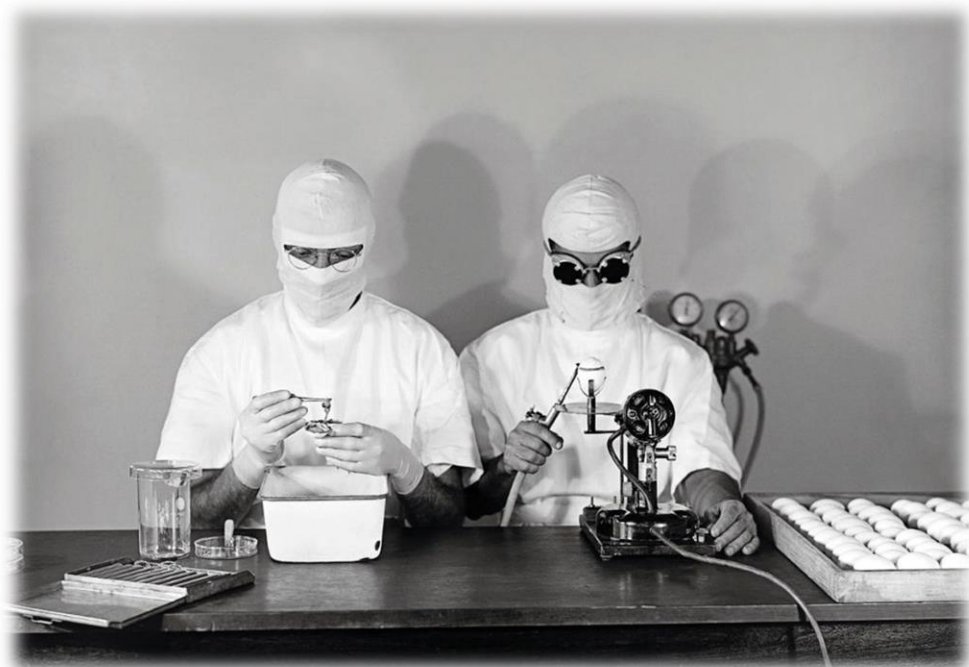
Nesta sequência de ensino investigativa iremos trabalhar aspectos envolvidos na finalidade, produção, uso e efeitos das vacinas.

Como é possível constatar, as vacinas têm protegido as pessoas de várias doenças, sendo que algumas delas podem ser mesmo consideradas erradicadas em diversos lugares do mundo. Todavia, apesar de seus benefícios, as vacinas também têm sido contestadas por diferentes grupos em vários países, considerando-se as possíveis fragilidades quanto a sua eficácia, como também seus efeitos colaterais.

O uso de vacinas deve ser opcional?

Neste sentido, em nosso percurso investigativo buscaremos responder de forma mais consistente a seguinte questão: O uso de vacinas deve ser opcional?

Aluno: _____



Operação completa de remoção dos embriões da casca para a produção da vacina, s/d. Rio de Janeiro, RJ / Acervo Casa de Oswaldo Cruz.



Silvio Cunha. Inoculando ovos com vírus, s/d. Rio de Janeiro, RJ / Acervo Casa de Oswaldo Cruz

Etapas da produção da vacina da febre amarela no Brasil (1943).

ENCONTRO 1- INVESTIGANDO O CONHECIMENTO**ATIVIDADE 1- INVESTIGANDO O CONHECIMENTO**

Antes de iniciarmos este encontro, vamos responder alguns questionamentos.

1. O que você entende por vacina?

2. Você considera a vacinação importante? Justifique.

3. Você já foi vacinado? Cite algumas vacinas que você já tomou indicando que doenças elas combatiam.

4. Você acredita que há inconveniência no uso da vacina? Por quê?

5. O uso de vacinas deve ser opcional? Justifique.

6. Observe os depoimentos abaixo.

“Além de proteger cada criança de doenças específicas, os programas de vacinação têm uma importância social, pois ocorre uma redução da incidência

ENCONTRO 2. ENTENDENDO A HISTÓRIA DA VACINA

ATIVIDADE 1 – ENTENDENDO A HISTÓRIA DA VACINA

Para ampliar as concepções produzidas na atividade anterior, começaremos a investigar como ocorreu um dos primeiros experimentos para a produção da vacina da varíola no mundo, através da leitura do texto abaixo. Ao longo do texto, serão levantados alguns questionamentos que deverão ser respondidos.

ENTENDENDO A HISTÓRIA DA VACINA

A palavra vacina certamente já foi ouvida por você, assim como sua importância para evitar algumas doenças. Mas você sabe como a primeira vacina foi produzida e como foram realizados os experimentos para se chegar a essa descoberta?

Pois bem, no século XVI, semelhante ao que acontece ainda hoje, muitas das descobertas ocorriam a partir de observações que geravam uma série de questionamentos. Muitos destes questionamentos estavam ligados a como certas pessoas adoeciam e, com o tempo, tornavam-se resistentes a algumas doenças.

Sabemos que o ser humano lida com epidemias de doenças desde os primórdios da humanidade como, por exemplo, no caso da varíola que dizimou milhares de pessoas no Egito, Mesopotâmia e Índia.

Tal fato é relatado considerando os diversos estudos feitos na cabeça mumificada de Ramsés V, que apresentava sinais da infecção comprovando assim a existência da varíola na época.

Outros relatos da doença são citados também pelos chineses, que descreveram os procedimentos realizados para tratar as pessoas infectadas. Como



Figura 1. Rosto de Ramsés V com vestígios de varíola. Fonte: Wikimedia Commons.

VARÍOLA

Doença infectocontagiosa, que pode ser fatal. É causada por um vírus. Essa doença caracteriza-se por erupções cutâneas na pele, febre alta e dor de cabeça.

a principal característica visível da varíola é o aparecimento de pústulas, que são revestidas por “crostas” (cascas), estas últimas eram retiradas, maceradas e, em seguida, inaladas ou sopradas nas narinas das crianças, com o auxílio de um tubo que parecia com um canudo.



Figura 2. Chineses e métodos para cura da varíola. Fonte: Wikimedia Commons.

Outros relatos indicam que em outras partes do mundo, se realizavam incisões na pele de pessoas não infectadas, com o líquido retirado das pústulas de pessoas doentes com varíola, sendo esse processo denominado de variolização, o qual tinha como objetivo tornar as pessoas resistentes ou imunes à doença. Cabe ressaltar que atualmente esses experimentos são considerados inconcebíveis e contra a ética do ser humano.

Para você entender mais sobre essa história, falaremos um pouco sobre Edward Jenner e sua importância na diminuição de algumas epidemias no século XVIII.

Em maio de 1749, nascia na cidade de Berkeley, na Inglaterra, Edward Jenner, o cientista responsável pela criação da primeira vacina do mundo. Jenner formou-se em Medicina em Londres e, em seguida, retornou para Berkeley, sua cidade natal, onde realizava atendimentos médicos na área rural. Com o tempo, Jenner começou a observar que alguns ordenhadores contraíam a varíola bovina (forma branda da moléstia que provocava a formação de pústulas nas tetas das vacas) tornando-se resistentes a varíola humana.

1. Considerando as observações de Jenner, como você explica esse processo de resistência que ocorria com os ordenhadores? Discuta sobre quais fatores você acredita que foram fundamentais para que tal fato ocorresse.

O fato de algumas pessoas se tornarem resistentes à doença deixou Jenner intrigado, levando-o a formular a seguinte hipótese: “será que ao inocular o fluido das pústulas dos bovinos em indivíduos saudáveis, eles se tornariam resistentes à doença?”. Para testar sua hipótese, em 1796, Jenner desenvolveu um experimento em que inoculou no braço de James Phipps, um garoto de 8 anos, o pus retirado de uma pústula de um bovino que continha varíola.

2. O que você acha que aconteceu com James Phipps ao ser inoculado com o pus varioloso? Justifique.

3. Jenner escolheu uma criança para testar sua hipótese e não um adulto. Por que você acha que ele fez essa escolha?

Após a inoculação, Jenner percebeu que o garoto apenas contraiu uma infecção extremamente benigna, com reação local, mas com escassos sintomas gerais. Meses depois, para validar de vez sua hipótese, Phipps recebeu pus varioloso de uma ordenhadora que tinha contraído a doença.

4. Explique o que aconteceu com o garoto dessa vez?

O fato é que o menino não adoeceu! Era a descoberta da vacina. A partir de então, Jenner começou a imunizar crianças, com material retirado diretamente das pústulas dos animais.

5. Ao inocular estes fluidos das pústulas em indivíduos saudáveis, quais seriam os riscos que Jenner corria? Justifique.

Em 1798, Jenner divulgou sua descoberta no trabalho intitulado *Um Inquérito sobre as Causas e os Efeitos da Vacina da Varíola*, em que enfrentou sérias resistências, pois a sociedade da época e os religiosos alertavam para o risco da degeneração da raça humana pela contaminação com material bovino: a vacalização ou minotaurização, como foi chamada, pois acreditava-se que as pessoas que contraíam a varíola ficavam com aparência bovina.

Mas, em pouco tempo, a vacina conquistou a Inglaterra e, em 1799 foi criado o primeiro Instituto de Vacina em Londres.

Referências Bibliográficas

<http://www.ccms.saude.gov.br/revolta/pdf/m7.pdf>

<https://www.bio.fiocruz.br>

6. Com base no texto e discussão em sala de aula, escreva o que você considera por vacina e como ela atua no organismo.

Cabe ressaltar que, aparentemente, Edward nunca se questionou como as pessoas adquiriam a resistência contra a varíola, pois naquela época não se sabia da existência dos microrganismos. Ele considerava apenas que as pessoas adquiriam a varíola por serem predestinadas a contraírem doenças.



Apesar da comprovação da eficácia da vacina contra a varíola, várias pessoas decidiram, naquela época, não seguir essa prática. Qual o seu ponto de vista sobre tal decisão? Justifique.

⇒ Ao longo dessa atividade, os termos hipótese e experimento foram citados recorrentemente. O que você entende por hipótese? E por experimento?

ENCONTRO 3- PASTEUR E VACINAS

ATIVIDADE 1- PASTEUR E VACINAS

Na atividade anterior, você pôde averiguar que a produção da primeira vacina ocorreu devido a observações e experimentos desenvolvidos por Jenner. Tais procedimentos foram importantes para diminuir a ocorrência da varíola não só naquela região, mas em todo o mundo, já que sua pesquisa foi divulgada. Nesta atividade, seguiremos pensando como outras vacinas foram produzidas no decorrer dos séculos, investigando esse fato tão importante para o desaparecimento de algumas doenças para a humanidade.

PASTEUR E VACINAS

Algumas décadas depois de Jenner realizar suas observações e experiências para a erradicação da varíola, outro pesquisador, o químico e imunologista francês, Louis Pasteur (1822-1895) que trabalhava em prol da teoria dos germes, trouxe novos aparatos para a produção de uma nova vacina.

TEORIA DOS GERMES

Essa teoria era contrária as ideias da época, pois muitos pesquisadores incluindo Pasteur acreditavam que os germes não se originavam espontaneamente da matéria orgânica em decomposição, mas que já existiam no ambiente. Esse fato foi condenado por outros pesquisadores pois muitos ainda defendiam o conceito da geração espontânea, ou seja, de que os germes surgiam da própria matéria em decomposição.

O experimento de Pasteur

Pasteur cultivou em seu laboratório bactérias causadoras da doença da cólera aviária. A cólera aviária é uma doença contagiosa que acomete aves de criação industrial, silvestre ou de fundo de quintal. Seus principais sintomas são febre, cristas inchadas e azuladas, boca com baba e diarreia. A transmissão se dá por moscas, pássaros e pombos que se alimentaram ou beberam água contaminada pela bactéria.

O cultivo das bactérias ocorreu da seguinte forma: O pesquisador colheu sangue de galinhas que morreram de cólera aviária (Figura 2). Após analisar em seu microscópio percebeu que o sangue apresentava algumas formas cilíndricas (Figura 3) e assegurou que estas formas seriam os germes causadores da doença.

Devido ao trabalho exaustivo que Pasteur vinha fazendo para desvendar os germes, no dia da inoculação do sangue contaminado com cólera em galinhas saudáveis, Pasteur sofreu um derrame. Logo, os tubos de sangue colhidos (meio de cultura) passaram alguns meses descansando em sua bancada.

1. O que você acha que aconteceu com o sangue colhido (contaminado de bactérias) e guardado nos tubos durante esse tempo?

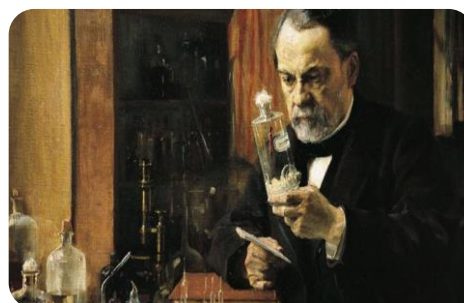


Figura 1. Experimento de Pasteur. Fonte: Wikimedia Commons.



Figura 2. Pasteur e coleta do sangue de galinhas com cólera aviária. Fonte: Biologia.seed.pr



Figura 3. Observação do sangue com cólera aviária. Fonte: Biologia.seed.pr.

Quando Pasteur retornou ao laboratório, colheu o material dos tubos que tinha deixado na bancada e inoculou em algumas galinhas (Grupo 1). Para sua surpresa, as aves do Grupo 1 adoeceram, mas não morreram, como costumava acontecer com as galinhas acometidas pela cólera aviária.

2. Explique o que aconteceu com as aves do Grupo 1, para que elas apenas adoecessem e não morressem ao serem inoculadas com a cultura esquecida (sangue dos tubos de ensaio)?

Tentando averiguar o que tinha acontecido, Pasteur preparou uma nova cultura de bactérias e após dois dias, inoculou novamente nas galinhas do Grupo 1 e também em um novo grupo de aves (Grupo 2) que não tinha recebido a cultura antiga.

3. Sabendo que as aves do Grupo 1 já haviam sido inoculadas com a cultura anterior, o que você acha que aconteceu quando estas receberam a segunda inoculação? Justifique.

4. As galinhas do Grupo 2, também receberam a nova cultura de bactérias feitas por Pasteur. O que aconteceu com estas aves? Explique.

5.As aves do grupo 1, quando inoculadas com a cultura deixada por meses nos tubos (primeira cultura), não morreram (apenas adoeceram) , já as aves do grupo 2, não resistiram à inoculação (a nova cultura) e morreram. Como você explica esse fato?

O resultado do experimento realizado por Pasteur foi surpreendente para a época, pois:

- As aves do grupo 1, não morreram inicialmente após serem inoculadas com a cultura deixada por meses na bancada pois, segundo o pesquisador com o tempo as bactérias ficaram enfraquecidas;
- Já as aves do grupo 2, não resistiram à inoculação (com a nova cultura) devido força das bactérias que foram injetadas.

A partir dos resultados experimentais obtidos, Pasteur considerou que os organismos patogênicos, ou seja, causadores da doença poderiam ter sua virulência diminuída por atenuação do patógeno.

5. Explique o que você entende por “virulência” e “atenuação”.

Portanto, o experimento de Pasteur demonstrou que o tempo diminui a virulência, ou seja, a capacidade de vírus e bactérias se multiplicarem e que a cultura atenuada reduz a patogenicidade de um microrganismo.

Assim, Pasteur chamou essas bactérias atenuadas de vacina (do latim *vacca*, que significa vaca), em homenagem a Edward Jenner, que utilizou o vírus da varíola bovina para induzir proteção contra a varíola humana. A partir dos experimentos com a cólera aviária em 1870, Pasteur estabeleceu, então, o PRINCÍPIO DA ATENUAÇÃO para o desenvolvimento de vacinas.

6. Explique como funciona uma vacina.

Referências Bibliográficas

Oliveira, L. M.G. B. Imunologia. v. 1, Rio de Janeiro: Fundação CECIERJ, 2010.

www.ciencias.seed.pr.gov.br/modules/video/showVideo.php?video=11357

ENCONTRO 4 – O USO DE VACINAS DEVE SER OPCIONAL?

Vocês iniciaram essa atividade investigativa verificando como primeiras vacinas foram produzidas e auxiliaram na diminuição e erradicação de doenças no mundo inteiro. Ao longo das atividades desenvolvidas, puderam conhecer como as vacinas atuam no corpo; aprenderam sobre imunização, virulência e atenuação; analisaram experimentos e perceberam as relações existentes entre microrganismos e seres humanos; e refletiram sobre os benefícios que as vacinas trouxeram para a humanidade.

Agora, organizados em grupos, vocês buscarão utilizar os conhecimentos construídos para explicar, mais profundamente, sobre os benefícios e malefícios do uso da vacina e revisar a produção inicial que realizaram.

Além de mudanças relacionadas à vida e proteção dos seres vivos contra agentes infecciosos e causadores de doenças, as vacinas ainda trazem resistências que remetem a não vacinação das pessoas.

Vamos assistir a alguns vídeos para tentar compreender sobre a vacina, seus efeitos colaterais e recusa por parte da sociedade quanto à sua administração.

Vídeo 1. Governo e médicos garantem a vacina do HPV é segura. Disponível em: <http://g1.globo.com/fantastico/noticia/2014/09/governo-e-os-medicos-garantem-vacina-contr-hpv-e-segura.html>

Vídeo 2. Antivacinas. Disponível em: recordtv.r7.com/domingo-espetacular/videos/domingo-espetacular-conversa-com-pais-que-decidiram-nao-vacinar-os-filhos-14092018

Referências Bibliográficas

<https://globoplay.globo.com/v/3629541/>

<https://www.youtube.com/watch?v=YYurWIEzklQ>

